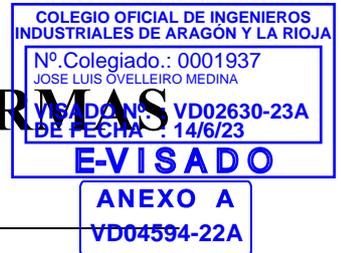




# HOJA DE CONTROL DE FIRMAS ELECTRÓNICAS



## Instituciones

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

Firma institución:

## Ingenieros

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Nombre:

Nombre:

Colegio:

Colegio:

Número colegiado/a:

Número colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Firma colegiado/a:

Encargado por:

REGADERA SOLAR, S.L.

Domicilio: c/Cardenal Marcelo Spínola, 4, 1ª Dcha

28.016 Madrid

CIF: B-06963268

# ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV

## EVACUACIÓN DE PARQUES FOTOVOLTAICOS EN LA PROVINCIA DE HUESCA (NUDO DE CONEXIÓN: GRADO 220 kV)

Término Municipal de El Grado  
Provincia de Huesca.

Junio 2023

DOCUMENTO 342215105-331

REVISIÓN	N.º INTERNO	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELABORADO	REVISADO	APROBADO
1	331	Junio.2023	Primera versión	J.R.A.	J.R.A.	J.L.O.



**INGENIERIA Y PROYECTOS INNOVADORES SL**

C/Rosa Chacel 8, Local. 50018 – Zaragoza

Tel: +00 34 976 432 423

CIF: B50996719



## ÍNDICE DEL ANEXO DE PROYECTO

DOCUMENTO 01. MEMORIA

ANEXO 01. CÁLCULOS ELÉCTRICOS TRAMO SUBTERRÁNEO. LINEA  
MIXTA AVEJARUCO – EL GRADO.

DOCUMENTO 02. PLANOS

DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº : VD02630-23A  
DE FECHA : 14/6/23  
**E-VISADO**

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

# DOCUMENTO 1. MEMORIA

## ÍNDICE

1	ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO.....	3
1.1	ANTECEDENTES.....	3
1.2	OBJETO DEL ANEXO.....	4
1.3	PROMOTOR.....	6
2	NORMATIVA DE APLICACIÓN.....	6
3	DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES ACTUALES.....	9
3.1	EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES GRADO 220 kV.....	9
3.2	CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN.....	10
3.3	MAGNITUDES ELÉCTRICAS.....	10
4	SUBESTACIÓN GRADO 220 KV. POSICIÓN DE LÍNEA AVEJARUCO.....	10
4.1	CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES EN PARQUE DE 220 kV.....	11
4.2	DISTANCIAS.....	11
4.3	NUEVA CONEXIÓN A REALIZAR. NUEVA POSICIÓN DE LÍNEA AVEJARUCO.....	12
4.4	CONDUCTOR DE CONEXIÓN.....	13
4.4.1	<i>ACTUACIÓN EN PARQUE DE 220 kV. APARAMENTA A INSTALAR.....</i>	<i>13</i>
4.4.1.1	<i>Pararrayos autovalvulas.....</i>	<i>14</i>
4.4.1.2	<i>Terminales exterior cable aislado.....</i>	<i>14</i>
4.4.1.3	<i>Conectores enchufables interior cable aislado.....</i>	<i>15</i>
4.4.1.4	<i>Equipo módulo compacto en SF<sub>6</sub> de interior.....</i>	<i>16</i>
4.4.2	<i>CONTROL Y PROTECCIÓN DE POSICIÓN DE LÍNEA SUBESTACIÓN AVEJARUCO.....</i>	<i>21</i>
4.4.3	<i>SISTEMA DE FACTURACIÓN Y MEDIDA.....</i>	<i>21</i>
4.4.3.1	<i>Sistema de facturación.....</i>	<i>21</i>
4.4.3.2	<i>Sistema de medida.....</i>	<i>22</i>
5	TRAMO SUBTERRÁNEO LINEA DE EVACUACIÓN 220 KV.....	23
5.1	CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN.....	23
5.1.1	<i>CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA.....</i>	<i>23</i>
5.1.2	<i>CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE COMUNICACIÓN.....</i>	<i>25</i>
5.1.3	<i>PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS EN EL CABLE DE POTENCIA.....</i>	<i>25</i>
5.1.4	<i>LIMITADORES DE TENSIÓN (SVL).....</i>	<i>26</i>
5.1.5	<i>OBRA CIVIL.....</i>	<i>27</i>
6	PLAZO DE EJECUCIÓN.....	28
6.1	CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN.....	29
7	CONCLUSIÓN.....	30

	<p>ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  GRADO 220 kV  T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	
--	---	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

## 1 ANTECEDENTES Y OBJETO DEL PROYECTO

### 1.1 ANTECEDENTES

El presente documento es un Anexo del “*PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV*”, firmado con fecha 3 de diciembre de 2022 por el ingeniero industrial D. Jose Luis Ovelleiro Medina con número de colegiado 1.937 del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja, y cuyo número de visado es el VD04594-22A con fecha 7 de diciembre de 2022 perteneciente a este mismo colegio.

Se redacta el presente Anexo con la finalidad de reflejar las instalaciones necesarias a desarrollar en el interior de la subestación del Grado 220 kV, concretamente en la parte correspondiente a la adecuación de la posición ATP1. Todo ello para hacer posible la conexión de la línea eléctrica mixta (aéreo-subterránea) de 220 kV de simple circuito, la cual tiene inicio en la futura subestación Avejaruco, y final en una nueva posición de la subestación El Grado 220 kV, ubicada en el término municipal de El Grado (provincia de Huesca), todo ello para la evacuación de la nueva central de generación eléctrica con tecnología solar fotovoltaica denominada PFV Avejaruco.

Estas nuevas instalaciones a ejecutar, son necesarias con la finalidad de permitir la evacuación de la energía eléctrica generada por el parque fotovoltaico PFV Avejaruco, ubicado en dos términos municipales de la provincia de Huesca, Secastilla y La Puebla de Castro.

La denominación de esta planta, y su correspondiente potencia prevista instalada es la siguiente:

- Planta Fotovoltaica PFV AVEJARUCO                      50 MWn

Al parque fotovoltaico PFV Avejaruco le ha sido concedido, por parte del Operador del Sistema, acceso en la subestación de REE denominada SET El Grado 220 kV, ubicada en el término municipal del mismo nombre, provincia de Huesca, no habiendo posibilidad de evacuación de su energía a través de otra subestación.

En base a esto, la evacuación de la energía generada por el parque fotovoltaico PFV Avejaruco se realizará a través de una línea mixta en 220 kV y pasando por un punto de conexión en la misma subestación El Grado (en tecnología compacta GIS) para finalmente evacuar en la misma subestación de El Grado 220 kV, en la zona propiedad de REE. Estas infraestructuras (Punto de conexión) son compartidas con otros promotores con el propósito de optimizar la evacuación.

Para la evacuación de la energía generada en la instalación indicada anteriormente, se propone la construcción de una nueva posición de línea denominada “POSICIÓN DE LÍNEA SET PFV AVEJARUCO 220 kV” toda ella en la nueva instalación a ejecutar con tecnología compacta tipo GIS en la subestación eléctrica denominada “Subestación El Grado” desde donde se evacuará, mediante una conexión en la propia subestación de 220 kV hasta la zona correspondiente a REE y punto de conexión con la red de transporte.

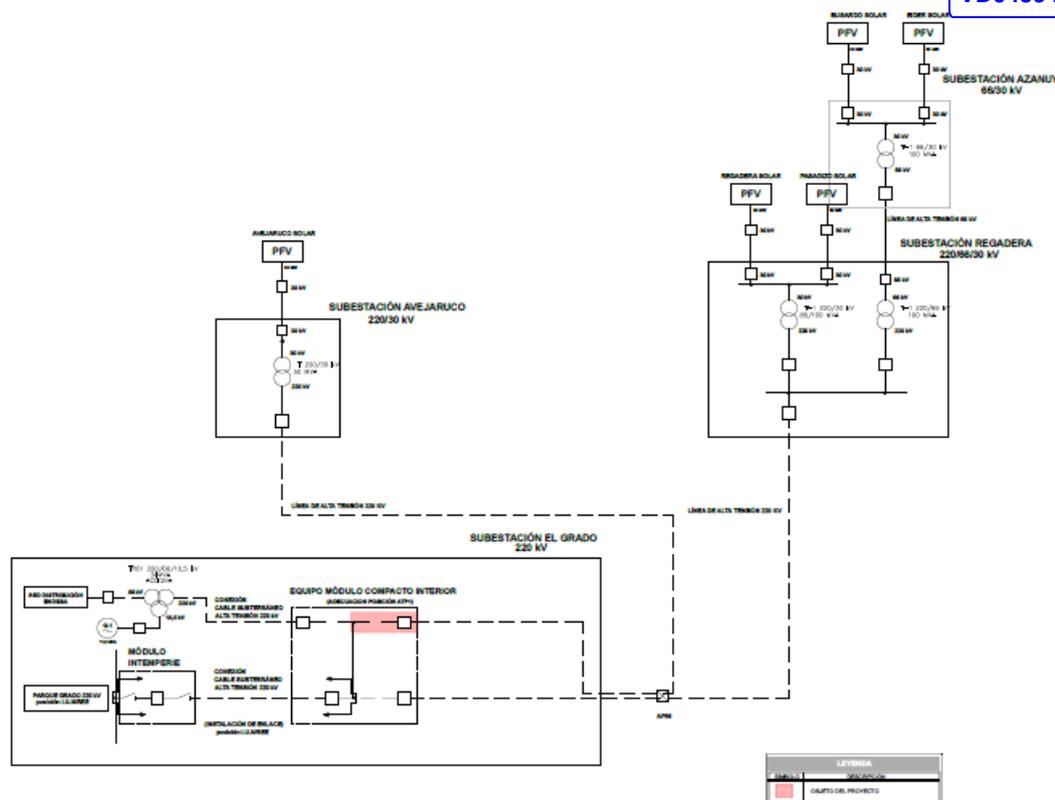


Figura 1. Sistema de conexión. Nudo Grado

Tal y como se especifica en el proyecto inicial, se están desarrollando en la actualidad diversos proyectos de centrales de generación eléctrica con tecnología solar fotovoltaica en diversos términos municipales de la provincia de Huesca.

Dichas centrales evacuarán la energía generada a través de varias nuevas subestaciones colectoras, las cuales no son objeto de este documento. Saldrán una serie de líneas eléctricas en el nivel de tensión de 220 kV, hasta llegar a la actual SUBESTACION GRADO 220 kV y punto de entrega de la energía.

Por un principio de eficiencia, minimización de impacto ambiental y reducción de costes hay muchos antecedentes de instalaciones renovables que comparten instalaciones eléctricas de evacuación de energía. En este sentido ha orientado la Administración y la propia Legislación: según establecía el artículo 20.5 del Real Decreto 2818/1998, de 23 diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración: “Siempre que sea posible se procurará que varias instalaciones productoras utilicen las mismas instalaciones de evacuación de la energía eléctrica, aun cuando se trate de titulares distintos”.

Siguiendo el criterio del párrafo anterior, todos titulares de las plantas, han llegado a un acuerdo para desarrollar, explotar y mantener conjuntamente las instalaciones eléctricas colectoras necesarias para la evacuación de estos parques.

## 1.2 OBJETO DEL ANEXO

El objeto del presente documento es la descripción de las instalaciones necesarias a llevar a cabo dentro de la subestación de 220 kV el Grado, ubicada en la provincia de Huesca, y más concretamente en el término municipal de El Grado.

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 14937 JOSE LUIS OVELLE VISADO Nº: 130-23A DE FECHA: 16/06/2023 INGENIERO TÉCNICO <b>EVISADO</b></p>
--	--	---

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

Dichas instalaciones de carácter eléctrico forman parte de la ampliación a efectuar en la actual subestación de El Grado en el parque de 220 kV, correspondiente a la parte de generación lado no transporte. Dicha ampliación en estas nuevas instalaciones, consiste en una nueva posición de línea tipo GIS compacta, para la conexión y evacuación del parque fotovoltaico Avejaruco.

La nueva instalación a realizar en la subestación El Grado (lado no transporte), ya fue definida en el proyecto inicial, en donde se reflejaba la adecuación de la actual Posición 4, en la Subestación de Grado 220 kV, para la evacuación de futuras plantas fotovoltaicas. Dicha adaptación esta posición, consiste mediante un nuevo equipo compacto aislado en gas SF<sub>6</sub> (de nivel de aislamiento 245 kV) a incorporar en la actual posición 4. Dicha posición en la actualidad, se trata de una posición convencional de transformador (en configuración de barra simple), donde se encuentra conectando el transformador de potencia existente ATP1 (34 MVA), el cual tiene como finalidad la elevación a la tensión de transporte (220 kV) del actual grupo de generación 1 del sistema hidráulico y por otro lado abastecimiento a la red de distribución de la zona. Con la incorporación y conexionado del nuevo sistema compacto de interior en 220 kV en dicha posición, se pretende además de la evacuación y suministro de energía de los citados elementos, la evacuación de energía de las futuras plantas fotovoltaicas a construir.

El objeto del presente documento, es la descripción de las infraestructuras de conexión necesarias para la evacuación de la central de generación eléctrica renovable en el nudo de conexión de la red de transporte eléctrico denominado como SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV (propiedad de Red Eléctrica de España, en adelante REE), que se encuentra en el término municipal del mismo nombre, Grado (provincia de Huesca). El presente anexo se va a tramitar en el mismo expediente que el proyecto ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV (con número de expediente G-H-2022-019). La planta fotovoltaica PFV Avejaruco Solar, la subestación Avejaruco 30/220 kV y la Línea de Alta Tensión de 220 kV se van a tramitar de forma conjunta en un expediente independiente.

El alcance de las instalaciones eléctricas objeto de este anexo parte de la instalación de una nueva posición compacta tipo GIS (Gas Insulated Switchgear) y acaba en la conexión con un tramo de línea subterráneo en 220 kV en el apoyo de conversión a ejecutar de la línea que tendrá su origen en la futura subestación Avejaruco.

Por lo tanto, la instalación eléctrica objeto de este documento es la siguiente:

**1.- Nueva posición de línea de 220 kV en Subestación El Grado 220 kV:** Nueva posición de línea interior tipo GIS en el nuevo parque interior de 220 kV en la subestación El Grado, situado en el término municipal del mismo nombre, provincia de Huesca (Comunidad Autónoma de Aragón), que tiene como misión la conexión en barras principales de 220 kV en esta subestación (lado no transporte), de la línea mixta de 220 kV procedente de la subestación Avejaruco y mediante la cual se evacúa la energía procedente del PFV Avejaruco.

**2.- Tramo Subterráneo de línea de conexión en 220 kV en interior Subestación El Grado:** Se define la conexión subterránea entre el nuevo apoyo de conversión Aéreo-subterráneo (el cual no forma parte del alcance de este documento) y la conexión con la nueva posición indicada en el punto anterior.

Con todo ello, el presente documento se redacta con la finalidad:

- En el orden técnico, para obtener la Aprobación del presente Modificado de Proyecto, que ha sido redactado de acuerdo a lo preceptuado en el Real Decreto 223/2008, de 15 de febrero, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias ITC-LAT 01 a 09.
- En el orden administrativo, obtener la Autorización Administrativa Previa y Autorización Administrativa de Construcción de esta ampliación de la ST Grado 220 kV.

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 KV T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 JOSE LUIS OVELLE VISADO Nº: 1530-23A DE FECHA: 15/07/23 INGENIERO TÉCNICO</p> <p style="text-align: center;"><b>ANEXO A</b> <b>VD04594-22A</b></p>
--	--	---

### 1.3 PROMOTOR

El promotor del presente proyecto es:

#### REGADERA SOLAR, S.L.

Razón Social ..... Regadera Solar, S.L.  
C.I.F.....B-06963268  
Domicilio Social ..... C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4 1ºD (28016) Madrid.

A efectos de notificaciones y demás requerimientos se establece como agente interlocutor:

- Persona de contacto: Antonio Sieira Mucientes
- Domicilio: C/ Cardenal Marcelo Spínola, 4 1ºD (28016) Madrid
- Teléfono de contacto: 910059775
- e-mail: [grado@ignis.es](mailto:grado@ignis.es)

## 2 NORMATIVA DE APLICACIÓN

Para la elaboración del presente proyecto técnico administrativo se deberán de tener en consideración y deberán de ser partícipes en mayor o menor medida las siguientes normativas.

- SEGURIDAD Y SALUD
  - Real Decreto 604/2006, de 19 de mayo, por el que se modifican el Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
  - Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, por el que se aprueba el Reglamento de los Servicios de Prevención.
  - Real Decreto 1627/1997, de 24 de octubre, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción.
  - Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (O.M. Mº Trabajo de 09-03-1971) en sus partes no derogadas.
- OBRA CIVIL
  - Instrucción de hormigón estructural, R.D. 1247/2008, de 18 de Julio (EHE-08).
  - O.C. 15/03 Sobre señalización de los tramos afectados por la puesta en servicio de las obras.- Remates de obras.-
  - Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
  - Normativa DB SE-AE Acciones en la edificación.
  - Normativa DB SE-A Acero.
  - Normativa DB SE Seguridad Estructural.
  - Orden de 16 de Diciembre de 1997 por la que se regulan los accesos a las carreteras del Estado, las vías de servicio y la construcción de instalaciones de servicios.
  - Recomendaciones para el proyecto de intersecciones, MOP, 1967

- Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC de Trazado, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/3460/2003, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la Norma 6.1-IC de Secciones de firme, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM298/2016, de 15 de febrero, por la que se aprueba la Norma 5.2-IC de Drenaje superficial, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden FOM/534/2014, de 20 de marzo, por la que se aprueba la Norma 8.1-IC de Señalización Vertical, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden, de 16 de julio de 1987, por la que se aprueba la Norma 8.2-IC de Marcas Viales, de la Instrucción de Carreteras.
- Orden Ministerial de 31 de agosto de 1987, por la que se aprueba la Instrucción 8.3-IC sobre Señalización, Balizamiento, Defensa, Limpieza y Terminación de Obras Fijas en Vías fuera de poblado.
- Manual de Ejemplos de Señalización de Obras Fijas de la DGC del Ministerio de Fomento.
- Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para obras de carretera y puentes de la Dirección General de Carreteras (PG-3). Aprobada por Orden Ministerial de 6 de febrero de 1976.

- INSTALACIONES ELÉCTRICAS

- Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico
- Real Decreto 337/2014, de 9 de mayo, por el que se aprueban el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías en instalaciones eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITC-RAT 01 a 23.
- Reglamento Electrotécnico de baja tensión aprobado por Real Decreto 842/2002 de 2 de Agosto, publicado en BOE Nº 224 de 18 de septiembre de 2003 y sus Instrucciones Técnicas Complementarias.
- Normas UNE y UNE-EN. Incluida UNE-EN-211435:5 para corrientes máximas para conductores de hasta 30kV.
- Real Decreto 1110/2007, de 24 de agosto, por el que se aprueba el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico.
- Orden TEC/1281/2019, de 19 de diciembre, por la que se aprueba las Instrucciones Técnicas Complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del Sistema Eléctrico.
- TI. E\_02\_040\_Condiciones Técnicas de conexión de terceros a la Red de Transporte Peninsular (REE).
- Real Decreto 223/2008 de 15 de febrero por el que se aprueba el Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus instrucciones técnicas complementarias.
- Real Decreto 647/2020, de 7 de julio, por el que se regulan aspectos necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión de determinadas instalaciones eléctricas.
- Orden TED/749/2020, de 16 de julio, por la que se establecen los requisitos técnicos para la conexión a la red necesarios para la implementación de los códigos de red de conexión.
- Reglamento (UE) 2016/631 de la comisión de 14 de abril de 2016, que establece un código de red sobre requisitos de conexión de generadores a la red, con el fin de garantizar la controlabilidad y seguridad del sistema eléctrico en su conjunto.

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  GRADO 220 kV  T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937  JOSE LUIS OVELLE  VISADO Nº: 1530-23A  DE FECHA: 13/07/23  INGENIERO TÉCNICO</p> <p style="text-align: center;"><b>EVISADO</b></p>
--	---	---

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

- PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN DE RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA.

- Para la conexión a Red Eléctrica de España se cumplirán con los procedimientos para el acceso y la conexión a la red de transporte de instalaciones de generación, consumo o distribución que se establecen con carácter general en la Ley del Sector Eléctrico –LSE (Ley 24/2013, de 26 de diciembre), el Real Decreto 1955/2000 para el sistema eléctrico peninsular español (SEPE), el Real Decreto 1047/2013, y con carácter particular, para las instalaciones de generación mediante fuentes renovables, cogeneración y residuos en el Real Decreto 413/2014.
- Además, se cumplirá con los aspectos técnicos y de detalle, incluyendo la etapa de puesta en servicio, que se desarrollan en los procedimientos de operación, en especial el P.O. 12.1 y P.O. 12.2. sobre requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio. En el desarrollo del proyecto se tendrán en cuenta los siguientes procedimientos, así como las prescripciones técnicas de Red Eléctricas de España:
  - P.O. 8.1 Definición de las redes operadas y observadas por el operador del sistema
  - P.O. 8.2 Operación del sistema de producción y transporte
  - P.O. 12.1 Solicitudes de acceso para la conexión de nuevas instalaciones a la red de transporte
  - P.O. 12.2 Instalaciones conectadas a la red de transporte: requisitos mínimos de diseño, equipamiento, funcionamiento y seguridad y puesta en servicio
  - P.O. 12.3 Requisitos de respuesta frente a huecos de tensión de las instalaciones eólicas.

- NORMATIVAS COMPAÑÍAS DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.

- ENDESA DISTRIBUCIÓN: Normativa particular de Instalaciones Privadas conectadas a la Red de Distribución. Generadores en Alta y Media Tensión (NRZ104).
- ENDESA DISTRIBUCIÓN: Normativa de Instalaciones privadas conectadas a la red de distribución. Consumidores en Alta y Media Tensión (NRZ102).

### 3 DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES

#### 3.1 EMPLAZAMIENTO DE LAS INSTALACIONES GRADO 220 kV

La actual subestación Grado se encuentra ubicada en el término municipal del mismo nombre (Grado) en la provincia de Huesca. Se accede a dicha instalación a través de la carretera comarcal A-2211 a la altura del puente sobre el río Cinca se accede a las infraestructuras de la Presa Grado sobre el río Cinca. Dentro de esas infraestructuras se encuentra la subestación Grado.

Las coordenadas UTM Huso 31 de las esquinas de la subestación actual son las siguientes:

SUBESTACIÓN GRADO. T.M. DE GRADO (HUESCA)		
PARQUE 220kV		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
A	271.357	4.670.533
B	271.394	4.670.538
C	271.402	4.670.480
D	271.365	4.670.475

Se trata de una instalación compartida entre Red Eléctrica de España en la zona del sistema de transporte eléctrico, Endesa Distribución en la zona del sistema de distribución eléctrica y Acciona Energía en la zona de Generación Hidráulica. La subestación en su parque de 220 kV se encuentra en una configuración de simple barra, con apartamento convencional en intemperie.

Para la evacuación de la energía generada por el futuro parque fotovoltaico PFV Avejaruco se unirá mediante una nueva posición de línea tipo GIS en SF<sub>6</sub> (Gas Insulated Switchgear, en adelante GIS) compacta de interior. Dicha posición se une a las ya definidas en el proyecto inicial en donde se indicaba la instalación de un módulo compacto que de acceso de conexión a la red de transporte de todas las plantas futuras de generación renovable fotovoltaica y la actual generación hidráulica.

Actualmente, el parque intemperie de 220 kV en la subestación GRADO en configuración de simple barra, está compuesto por las siguientes posiciones:

- Dos (2) Posiciones de línea:
  - Posición de línea Mediano. (Posición 2).
  - Posición de línea Monzón. (Posición 3).
- 2 posiciones de transformador.
  - Posición de Transformador TR-02. (Posición 1).
  - Posición de Transformador ATP1. (Posición 4).
- Un (1) embarrado principal formado por cable tendido entre pórticos intermedios.

### 3.2 CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE LA INSTALACIÓN

Tal y como se ha indicado anteriormente, la subestación eléctrica está diseñada de acuerdo a un Parque Colector de Intemperie a 220 kV. Se atenderán los siguientes datos.

### 3.3 MAGNITUDES ELÉCTRICAS

Como criterios básicos de diseño se adoptarán las siguientes magnitudes eléctricas:

#### Parque 220 kV

Tensión nominal .....	220 kV
Tensión más elevada para el material (Ve).....	245 kV
Neutro.....	Rígido a tierra
Intensidad de cortocircuito trifásico .....	40 kA
Tiempo de extinción de la falta .....	0,5 seg
Nivel de aislamiento:	
a) Tensión soportada a frecuencia industrial .....	460 kV
b) Tensión soportada a impulso tipo rayo .....	1.050 kV
Línea de fuga mínima para aisladores .....	6.125 mm (25 mm/kV)

## 4 SUBESTACIÓN GRADO 220 KV. POSICIÓN DE LÍNEA AVEJARUCO

Con la finalidad de poder conectar en este nudo de la red de transporte, la energía generada por la planta fotovoltaica anteriormente mencionada, se hace necesario una nueva posición a instalar y objeto del presente documento, tiene como función la conexión y evacuación de la energía eléctrica generada por el parque fotovoltaico Avejaruco en la nueva instalación proyectada en la subestación El Grado lado no transporte.

En el proyecto inicial ya fue definida la instalación de evacuación y conexionado a la red, mediante la cual puedan cumplirse una serie de parámetros iniciales:

- Con el diseño previsto de adaptación de la actual posición cuatro del parque de 220 kV se cumpliría lo requerido por el gestor de la red de transporte (REE), considerando un enlace denominado de tipo "L" según sus Procedimientos de Operación.
- Se evita modificaciones considerables en el parque de 220 kV en lo que respecta a la conexión con el actual transformador de potencia ATP1. Con ello se llega a evitar el efectuar una parada de tiempo considerable en la generación mediante el grupo 1 de generación hidráulica.
- Se consigue minimizar el espacio necesario para esta adaptación, siendo únicamente el requerido para efectuar las conexiones al módulo compacto GIS, además del espacio para albergar el edificio del propio módulo.

Con el presente documento se pretende dar continuidad a lo ya expuesto en el proyecto inicial, considerando ahora una posición adicional similar a las ya expuestas en el mencionado proyecto y que será utilizada para la evacuación y conexión de la energía procedente del parque fotovoltaico PFV Avejaruco.

<p>ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  GRADO 220 kV  T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	
---	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

La zona de actuación en donde esta prevista que se lleve a cabo dichas ejecuciones será la siguiente:

SUBESTACIÓN GRADO. T.M. DE GRADO (HUESCA)		
ÁREA DE ADECUACIÓN POSICIÓN 4 GRADO 220 kV		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1	271.357	4.670.533
V2	271.366	4.670.469
V3	271.339	4.670.465
V4	271.336	4.670.488

#### 4.1 CONFIGURACIÓN Y NÚMERO DE POSICIONES EN PARQUE DE 220 kV

Inicialmente el nuevo parque interior 220 kV en la subestación El Grado, lado no transporte, en configuración de simple barra, mediante la instalación de un nuevo módulo compacto aislado en gas SF<sub>6</sub> de interior estará compuesto por:

- Un nuevo embarrado en configuración de simple barra, encapsulado en SF<sub>6</sub>
- Una posición de salida de línea, conexión con la posición a conectar en el parque exterior de 220 kV de REE (Instalación de Enlace).
- Una posición del actual transformador de potencia ATP1.
- Una posición de salida de línea Subestación Regadera.

Con la nueva posición de línea con llegada en subterráneo, dicho parque de interior de 220 kV pasará a contar con una posición más de línea, siendo ésta el objeto del presente documento:

- (1) Una nueva posición de Línea 220 kV:
  - Posición de línea Subestación PFV Avejaruco.

#### 4.2 DISTANCIAS

Las distancias a adoptar serán como mínimo las que a continuación se indican, basándose para ello en las magnitudes eléctricas adoptadas y en la normativa aplicable.

##### Conductores tendidos:

Únicamente está previsto la realización de conexionado con nuevos conductores desnudos en intemperie en este nivel de tensión, la conexión a tendidos altos existentes para la conexión al transformador de potencia.

Este tipo de conductores se verán sometidos bajo ciertas condiciones de defecto a movimientos de gran amplitud, los cuales, y durante algunos instantes, aproximan entre sí a los conductores de fase hasta unas distancias inferiores a las normalizadas.

Por consiguiente, es posible considerar unas distancias mínimas temporales de aislamiento inferiores a las normalizadas ya que debe tenerse en cuenta que:

Los tipos de sobretensiones a considerar son reducidos y sólo deben considerarse aquellas que pudieran ser simultáneas al propio defecto de cortocircuito y, con más precisión, al momento en el que los conductores se aproximan.

No es por lo tanto, necesario considerar sobretensiones de tipo rayo, ya que es altamente improbable que coincidan con un cortocircuito entre fases.

Por otro lado, la longitud de vano que experimenta la reducción de la distancia de aislamiento es pequeña, y su duración es muy reducida, de forma que la posibilidad de fallo se hace mínima. En este sentido, hay que tener en cuenta que en el caso de conductores rígidos se elimina la posibilidad de una falta producida por el movimiento de los conductores tras una falta en las salidas de línea.

Basándose en lo anterior, se adoptan las siguientes distancias de aislamiento temporal en conexiones tendidas:

#### Parque 220 kV

Conductor - estructura ..... 2.100 mm

Conductor - conductor ..... 2.100 mm

Para la determinación de este tipo de distancias, se han tenido en cuenta los siguientes criterios básicos de implantación:

- a) Las distancias serán tales que permitirán el paso del personal y herramientas por todos los puntos del parque de intemperie bajo los elementos en tensión sin riesgo alguno.
- b) Deberán permitir el paso de vehículos de transporte y de elevación necesarios para el mantenimiento o manipulación de elementos de calles en descargo, bajo el criterio de gálibos estipulados.

No se han tenido en cuenta, por lógica, las exigencias que se deriven de la realización de trabajos de conservación bajo tensión. En estos casos será necesario aumentar las distancias entre fases con respecto a la disposición física preestablecida, con lo que el resto de los condicionantes se cumplirá con un margen mayor.

Al considerar todo lo anterior, y de acuerdo con lo que se indica, se establecerán las siguientes distancias:

#### Parque 220 kV

Entre ejes de aparellaje ..... 4.000 mm

Entre ejes de conductores tendidos ..... 4.000 mm

Altura de embarrados de interconexión entre aparatos ..... 6.000 mm

Como se puede observar, las distancias mínimas son muy superiores a la preceptuada en la normativa.

Con respecto a la altura de las partes en tensión sobre viales y zonas de servicio accesibles al personal, la normativa, prescribe una altura mínima de 2.300 mm a zócalo de aparatos, lo que se garantizará con las estructuras soporte del aparellaje.

### **4.3 NUEVA CONEXIÓN A REALIZAR. NUEVA POSICIÓN DE LÍNEA AVEJARUCO**

La nueva posición de línea del equipo GIS se destinará para la conexión con la línea de alta tensión procedente de la nueva subestación denominada Avejaruco. Para efectuar dicha conexión se deberá de ejecutar un tendido con cable aislado subterráneo a un nuevo apoyo de conversión aéreo subterráneo a conectar en las botellas y autoválvulas instaladas sobre el mencionado apoyo.

	ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)	
--	--	--

Es precisamente en esta conexión desde donde se llega con la evacuación de la nueva planta fotovoltaica indicada anteriormente (apartado 1.2).

#### 4.4 CONDUCTOR DE CONEXIÓN.

Las características principales del cable de potencia a tender en una canalización subterránea a realizar que conecte la nueva posición de línea en el módulo compacto híbrido con el apoyo de conversión aéreo-subterráneo será mediante cable unipolar de aluminio de las siguientes características:

Denominación: RHZ1-RA+ 2OL (AS) 127/220 kV 1X500 KAL + H250

Cable aislado de aislamiento XLPE 127/220 kV de aluminio, cuerda compacta redonda 1x500 mm<sup>2</sup> de sección con doble obturación longitudinal en conductor y pantalla, protección radial con lámina de aluminio solapada, pantalla constituida por alambres de cobre de 250 mm<sup>2</sup> de sección y cubierta exterior de poliolefina no propagadora del incendio (Cat.A) y características mecánicas DMZ2.

Sección .....	500 mm <sup>2</sup>
Material .....	Aluminio
Diámetro nominal .....	95 mm
Aislamiento Material .....	XLPE
Resistencia conductor (cc 20°C) .....	0.069 Ω/km
Corriente admisible (enterrado bajo tubo) .....	485 A

##### 4.4.1 ACTUACIÓN EN PARQUE DE 220 kV. APARAMENTA A INSTALAR

Tal y como se ha indicado anteriormente, en el nuevo parque de 220 kV de tipo interior tiene como función colectar la energía eléctrica generada por los futuros parques fotovoltaicos y el actual sistema de generación hidráulica. Es a este nivel de tensión, en donde se realizará la instalación de la aparamenta a instalar para poder evacuar la energía de todas estas instalaciones.

La aparamenta a instalar para la conexión de la planta fotovoltaico PFV Avejaruco, en el actual parque 220 kV de la subestación El Grado será la siguiente:

- Tres (3) nuevos pararrayos autovalvulas, en apoyo de conversión, a la llegada de la línea aérea.
- Tres (3) nuevos terminales aéreo-subterráneo de cable aislado para la conexión del cable subterráneo en el apoyo de celosía conversión..
- Tres (3) nuevos conectores de cable aislado para conectar el cable en la posición compacta.
- Una (1) nueva posición de línea tipo GIS en SF<sub>6</sub> de interior.

Además, en los esquemas unifilares de protección y medida de 220 kV, se refleja el equipamiento preciso en cuanto a mando, protecciones, control y aparatos de medida, necesario para una explotación fiable de la instalación.

Los correspondientes cuadros de medida, servicios auxiliares, telemando y comunicaciones se instalarán en una de las salas actuales del edificio de control.

#### 4.4.1.1 Pararrayos autovalvulas.

Se prevé la instalación de pararrayos autoválvulas, los cuales deberán tener las siguientes características:

Instalación/tipo.....	Intemperie/Zn 0
Tensión máxima de servicio entre fases .....	245 kV
Tensión nominal .....	198 kV
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Tiempo máximo de falta a tierra.....	1s
Tensión operación continua .....	141,45 kV
Intensidad nominal de descarga .....	10 kA
Tipo de servicio .....	continuo
Clase .....	3
Equipamiento.....	Contador de descargas

#### 4.4.1.2 Terminales exterior cable aislado.

Para la conexión del cable aislado procedente del nuevo módulo compacto en 220 kV, será necesario la instalación de unidades de botellas terminales de tipo exterior unipolar por fase.

Estas botellas terminales de tipo exterior se instalarán sobre soportes metálicos (Compartidos con las autoválvulas) diseñados específicamente tanto para la sujeción de estas botellas terminales como para la sujeción del cable de potencia en su subida y conexión a dicha botella terminal.

Las características técnicas de estos terminales deberán de ser compatibles con los cables que se instalen, siendo tanto su capacidad de transporte así como con el sistema subterráneo, condiciones de operación de la instalación a la que van destinados y la corriente de cortocircuito soportada ser al menos igual a la del cable de la instalación.

Deberá soportar los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito. También deberán proporcionar suficiente protección mecánica de la unión en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje. Estará provista de la correspondiente conexión de toma de tierra. Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

Corriente.....	Alterna trifásica
Frecuencia.....	50 Hz
Tensión asignada.....	220 kV
Tensión mas elevada para el material .....	245 kV
Tensión de aislamiento a impulso tipo rayo .....	1.050 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min).....	318 kV.
Altura aproximada del aislador.....	3.000 mm

Material ..... Porcelana o material sintético (composite).

Línea de fuga mínima a la tensión más elevada fase-fase según nivel de contaminación:

Nivel III (Fuerte) según UNE-EN 60071-2.....25 mm/kV

Deflector de tensión y anillo antiefluvios .....Aluminio



Figura 2. Botella terminal de material sintético composite.

#### 4.4.1.3 Conectores enchufables interior cable aislado.

Para la conexión del cable aislado procedente del exterior desde el nuevo apoyo de conversión, será necesario la instalación de unidades de conectores de tipo interior unipolar por fase.

Serán necesarios para la conexión de los cables XLPE subterráneos a la nueva posición GIS aislada en gas SF<sub>6</sub>. Serán utilizados para instalación interior de cables XLPE 127/220 kV (con sección transversal de conductor 500 mm<sup>2</sup>). Estos terminales GIS estarán fabricados para cable XLPE con fibra óptica en pantalla que sirve para monitoreo de la temperatura del cable. Deberá de estar de acuerdo su fabricación de acuerdo a la IEC 62271-209.

Dichos terminales GIS consisten de un aislador de resina epoxídica (epoxy insulator) y de un enchufe (plug in). Debido a su diseño del terminal, el cable podrá ser desconectado de la terminal GIS y conectado de nuevo sin SF<sub>6</sub>.

Las características técnicas de estos conectores deberán de ser compatibles con los cables que se instalen, siendo tanto su capacidad de transporte así como con el sistema subterráneo, condiciones de operación de la instalación a la que van destinados y la corriente de cortocircuito soportada ser al menos igual a la del cable de la instalación.

Deberá soportar los esfuerzos termodinámicos tanto para el funcionamiento normal del cable como en cortocircuito. También deberán proporcionar suficiente protección mecánica de la unión

en el funcionamiento normal del cable, en cortocircuito y durante los procesos de montaje. Estará provista de la correspondiente conexión de toma de tierra. Se dispondrá de los dispositivos necesarios para garantizar la estanqueidad de la entrada del cable en el terminal.

Corriente.....	Alterna trifásica
Frecuencia.....	50 Hz
Tensión asignada.....	220 kV
Tensión mas elevada para el material .....	245 kV
Tensión de aislamiento a impulso tipo rayo .....	1.050 kV
Nivel de descargas parciales menor que .....	<5 pC a 190 kV
Tensión soportada a frecuencia industrial (30 min).....	318 kV.
Altura aproximada del aislador.....	1.400 mm

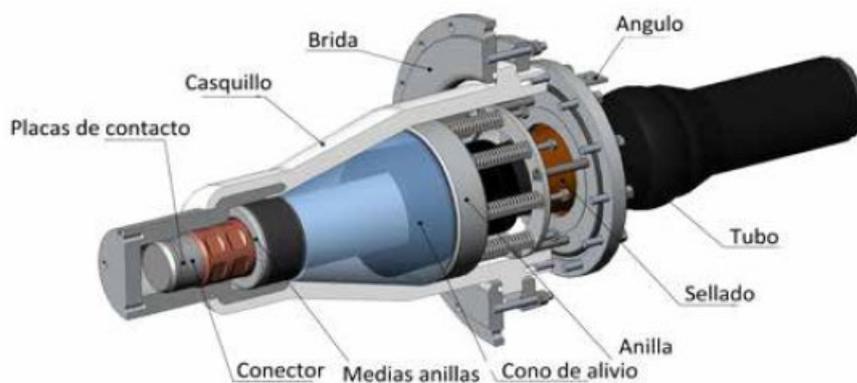


Figura 3. Conector interior cable aislado para equipo GIS

#### 4.4.1.4 Equipo módulo compacto en SF<sub>6</sub> de interior.

Como se ha indicado en varias ocasiones a lo largo de este documento, la nueva posición de línea a incorporar en el nuevo en el parque de 220 kV interior de la subestación El Grado (definido dicho parque de interior en el proyecto original) consiste una nueva posición GIS en SF<sub>6</sub> la cual permita la evacuación y conexión a este sistema de la futura planta fotovoltaica indicada anteriormente. Dicha nueva posición de línea será de características iguales a las otras posiciones definidas en el mencionado proyecto original.

En el proyecto inicial, se definía el equipo compacto, el cual estará configurado en una barra simple y contará de las siguientes posiciones y los siguientes elementos principales:

##### 1. Posiciones

- Embarrado principal en configuración de simple barra, el cual dispondrá de los siguientes elementos:
  - Un seccionador trifásico de puesta a tierra de barras.
  - Tres transformadores de tensión

- Tres posiciones de salida con cable, para la conexión con las posiciones indicadas con anterioridad:
  - Conexión con transformador de potencia ATP1. Posición de transformador.
  - Posición 04 de parque exterior Grado. Conexión REE. Posición de línea.
  - Conexión con línea procedente de subestación Regadera. Posición de línea.

A estas tres posiciones de salida se les unirá una cuarta, la cual es objeto del presente documento:

- Conexión con línea procedente de subestación Avejaruco. Posición de línea.

Esta posición (al igual que las anteriores) estará compuesta por los siguientes elementos:

- Tres terminales de entrada mediante cable aislado (Z1)
- Un seccionador tripolar de línea (Q9) con puesta a tierra (Q8)
- Un interruptor automático tripolar. (Q0)
- Tres transformadores de intensidad. (T1)
- Tres transformadores de tensión. (T5)
- Un seccionador tripolar de barras. (Q1)

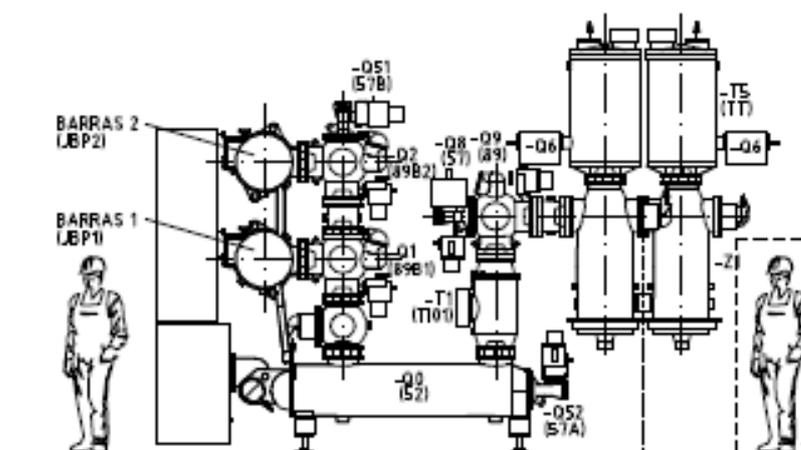


Figura 3. Ejemplo modelo posición salida cable de Equipo Compacto.

Las características principales de los componentes que forman parte de esta nueva posición son los siguientes:

- Interruptor automático 220 kV (1 Ud.)

Serán de mando eléctrico tripolar, con cámaras de corte en SF6, y con las siguientes características:

Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Intensidad nominal.....	3.150 A
Poder de corte nominal en cortocircuito:	
Valor eficaz de la componente periódica.....	40 kA
Poder de corte nominal (valor de cresta) .....	100 KA
Ciclo de operación .....	O-0,3s-CO-1min-CO
Frecuencia nominal .....	50 Hz
Elementos auxiliares:	
Tensión de mando de las bobinas de cierre y disparo .....	125 Vcc +15%-30%
Tensión de alimentación del motor de carga de resortes .....	125 Vcc ±15%
Tensión de alimentación de los circuitos de calefacción y de la toma auxiliar de fuerza.....	230±10%Vca

- Seccionador de línea de 220 kV:

Se establecen (3) seccionadores trifásicos de tres posiciones (cerrado-abierto-puesto a tierra), con las características especificadas a continuación:

Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Intensidad nominal en servicio continuo .....	3.150 A
Intensidad admisible máxima de corta duración (1 s) .....	40 kA
Intensidad límite dinámica .....	125 kA
Mando seccionador de línea .....	Eléctrico tripolar
Mando seccionador de puesta a tierra .....	Eléctrico tripolar
Contactos auxiliares .....	4 NO+4NC

- Seccionador de barras 220 kV:

Se establecen (3) seccionadores trifásicos de dos posiciones (cerrado-abierto), con las características especificadas a continuación:

Tensión más elevada para el material .....	245 kV
Intensidad nominal en servicio continuo .....	3.150 A
Intensidad admisible máxima de corta duración (1 s) .....	40 kA
Intensidad límite dinámica .....	125 kA
Mando seccionador de línea .....	Eléctrico tripolar
Mando seccionador de puesta a tierra .....	Eléctrico tripolar
Contactos auxiliares .....	4 NO+4NC

- Transformadores de intensidad (\*):

Tres (3) transformadores de intensidad previstos tienen las características que se indican a continuación.

Salida a línea AVEJARUCO .....	200-400 A
Servicio.....	Interior
Tensión máxima de servicio entre fases .....	245 KV
Frecuencia nominal .....	50 Hz

Debido al poco espacio disponible, el diseño del módulo compacto no permite más de cuatro secundarios por TI. Por lo tanto éstos transformadores de intensidad dispondrán de los siguientes secundarios:

➤ Secundario 1:

Intensidad nominal: .....	5 A
Potencia de precisión .....	10 VA
Precisión para medida .....	Cl 0,2 S Fs.5

➤ Secundario 2:

Intensidad nominal.....	5 A
Potencia de precisión .....	30 VA
Precisión.....	0,5-5P20

➤ Secundario 3 y 4:

Intensidad nominal.....	5 A
Potencia .....	30 VA
Precisión.....	5P20

Todo ello siguiendo lo establecido en la normativa aplicable según UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-2:2013. Por otra parte, en el cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos de nivel de aislamiento de circuitos de medida 0,6/1 KV y sección mínima del cableado de los secundarios 6 mm<sup>2</sup>.

Transformadores de tensión inductivos (\*):

Se establecen nueve transformadores de tensión inductivos con las características especificadas a continuación:

Relación de transformación .....	220.000:√3 / 110:√3 - 110:√3 - 110:√3 V
➤ Secundario 1:	
Potencia .....	10 VA
Precisión.....	Cl 0,2
Conexión .....	Estrella
➤ Secundario 2:	
Potencia .....	30 VA

	ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)	
--	--	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

Precisión..... CI 0,5-3P  
 Conexión ..... Estrella  
     ➤ Secundario 3:  
 Potencia ..... 30 VA  
 Precisión..... CI 0,5-3P  
 Conexión ..... Estrella

Todo ello siguiendo lo establecido en la normativa aplicable según UNE-EN 61869-1:2010 UNE-EN 61869-3:2012. Por otra parte, en el cableado de los circuitos de medida tendrá los siguientes requerimientos de nivel de aislamiento de circuitos de medida 0,6/1 KV y sección mínima del cableado de los secundarios 6 mm<sup>2</sup>.

(\*) *NOTA: Las relaciones de transformación, potencias y clases de precisión se adaptaran a lo preceptuado en el Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y sus Instrucciones técnicas complementarias manifestadas en la Orden TEC/1281/2019, por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento unificado de puntos de medida del sistema eléctrico, y al sistema de protección y medida considerados en los Procedimientos de Operación del Sistema.*

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 14937 JOSE LUIS OVELLE VISADO Nº: 2630-23A DE FECHA: 15/07/23 INGENIERO TÉCNICO EN PROYECTOS</p> <p style="text-align: center;"><b>EVISADO</b></p>
--	--	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

#### 4.4.2 CONTROL Y PROTECCIÓN DE POSICIÓN DE LÍNEA SUBESTACIÓN AVEJARUCO.

La salida de línea de 220 kV irá equipada con un armario de control y protección de línea que incluye:

- Una unidad de control de posición incluyendo:
  - o Mando y monitorización del interruptor y de los seccionadores. Mímico local.
  - o Indicación local y remota de intensidades, tensiones, frecuencia, potencias...
  - o Registro de eventos con fechado hasta el mseg
  - o Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.
- Dos relés de protección de línea programados con las siguientes funciones:
  - o Diferencial de línea (87L)
  - o Distancia entre fases y a tierra (21)
  - o Sobreintensidad de neutro direccional (67N)
  - o Supervisión de circuitos de disparo del interruptor (3)
  - o Osciloperturbógrafo (OSC)
  - o Registro de eventos con fechado hasta el mseg
  - o Comunicación con el extremo remoto de la línea mediante fibra óptica monomodo directa.
  - o Comunicación con la unidad de control de subestación (UCS) mediante fibra óptica multimodo y protocolo IEC 61850.
- Relés de disparo y bloqueo (86FI) con rearme local y remoto
- Un equipo de teledisparo (TD)

Nota: Los relés de protección diferencial de línea que se instalen deberán de ser del mismo modelo que los instalados en la subestación remota para facilitar su interconexión.

#### 4.4.3 SISTEMA DE FACTURACIÓN Y MEDIDA.

##### 4.4.3.1 Sistema de facturación

Para la medida globalizada de todas las plantas fotovoltaicas y la generación hidráulica correspondiente al transformador ATP1 actual, se establece un sistema de medida principal en el punto frontera de acuerdo a lo preceptuado en el Reglamento Unificado de Puntos de Medida del sistema eléctrico (Real Decreto 1110/2007) y a sus Instrucciones Técnicas Complementarias (Orden TS/1281/2019), por la que se aprueban las instrucciones técnicas complementarias al Reglamento Unificado de Puntos de Medida del sistema eléctrico. Ambos sistemas de medida se materializarán en el nivel de 220 kV.

El sistema de medida principal se llevará a cabo a través del secundario de los 3 nuevos transformadores de intensidad a instalar en la posición de línea del módulo compacto GIS que conectará en el otro extremo con la nueva posición en el parque exterior propiedad de REE. Dichos TI se establece un secundario destinado a medida para facturación, el cual contara una potencia de precisión 10 VA y clase 0,2s. Para la medida de tensión se contará también con los transformadores de tensión inductivos de 220 kV de la misma posición con potencia de precisión 15 VA y clase 0,2.

Además, se prevé un sistema de medida comprobante para cada una de las otras posiciones y entre ellas la que corresponde con la posición de Avejaruco. De esta forma tendremos:

- Nueva posición de transformador ATP1. (Plantas de generación hidráulica).
- Nueva posición de línea Subestación Regadera. (Planta fotovoltaicas).

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 JOSE LUIS OVELLE VISADO Nº: 1530-23A DE FECHA: 10/23 INGENIERO TÉCNICO <b>EVISADO</b></p>
--	--	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

- Nueva posición de línea Subestación Avejaruco. (Planta Fotovoltaica).

Dicho el sistema de medida comprobante se llevará a cabo a través de equipos independientes ubicados en la misma posición de línea. Dicha medida comprobante tendrá características análogas a la medida principal, y estará contenida, igualmente, en un armario independiente, precintable, y en la misma sala. La señal de intensidad vendrá dada desde el secundario de los 3 transformadores de intensidad TI-1 que forman parte de la posición de línea, según corresponda, de conexión con la red de transporte en el nuevo módulo compacto híbrido, con potencia de precisión 10 VA y clase 0,2s. La señal de tensión vendrá también proporcionada de los transformadores de tensión de tipo inductivo de 220 kV ubicados también la misma posición de salida, de potencia de precisión 20 VA y clase 0,2.

Para este sistema de medida se deberá de prever de un (1) armario de medida fiscal de energía de tipo I conforme al RUPM y las ITC's en vigor, que incluye los equipos de medida principal y comprobante de 220 kV:

Dicho nuevo punto de medida incluye los siguientes equipos:

- Bloques de pruebas precintables homologados de REE.
- Contadores-registradores para medida a cuatro cuadrantes en trifásica desequilibrada a cuatro hilos clase 0,2s para activa y 0,5 para reactiva, homologados por REE. Dispondrán de alimentación auxiliar exterior y de dos puertos de comunicación de acceso simultáneo: P1 GSM para acceso telefónico y P2 para acceso via Ethernet.
- Módem telefónico GSM multipunto para acceso telefónico del SIMEL.
- Concentrador de medidas/ Gateway para salida en Modbus TCP hacia la unidad de control de subestación

Los contadores se suministrarán ajustados y verificados por la delegación de industria.

Toda la instalación de medida y de comunicaciones asociadas cumplirá con los requisitos para el alta en el SIMEL y deben facilitarse los protocolos necesarios para la solicitud de dicha alta.

Por último, se realizará una medida fiscal para los Servicios Propios de la subestación en el nivel de BT, situado en el cuadro de servicios auxiliares de c.a.

#### 4.4.3.2 Sistema de medida

Además del correspondiente punto de medida global correspondiente al punto de frontera con la red, se instalarán equipos de medida individualizada de potencia activa y reactiva.

En el Cuadro de control y Paneles de protecciones de cada una de las tres nuevas posiciones, se han previsto convertidores de medida de intensidad, tensión, potencia activa y reactiva.

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)	
--	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

## 5 TRAMO SUBTERRÁNEO LINEA DE EVACUACIÓN 220 KV

Se considera dentro del alcance de éste anexo correspondiente a las instalaciones eléctricas para la evacuación de la instalación de generación anteriormente indicadas, el tramo subterráneo de la línea de 220 kV correspondiente a la conexión de la nueva posición GIS de línea Avejaruco, hasta el apoyo de línea de conversión aéreo subterráneo a ubicar en el exterior dentro del recinto de la subestación El Grado, lado no transporte.

Con la finalidad de poder evacuar toda la energía generada por las instalaciones de generación en la SET EL GRADO, se proyecta la instalación de este tramo de línea subterráneo de evacuación en 220 kV, de 75 m de longitud aproximadamente.

### 5.1 CARACTERÍSTICAS DE LA INSTALACIÓN

Las características principales que definen la línea subterránea son las siguientes:

Recorrido Previsto:	
Origen	POSICION DE LÍNEA GIS AVEJARUCO. SET EL GRADO
Final	APOYO DE CONVERSIÓN AÉREO-ASUBTERRÁNEO
Longitud total de la línea	60 m
Tipo de Instalación:	
Tipo de canalización	Enterrada bajo tubo en prisma de hormigón
Configuración de los conductores	Tresbolillo
Nº de ternas	1
Tipo de conductor	1x500mm <sup>2</sup> AL XLPE
Tipo de conexión de las pantallas	Single Point

Las características generales de la conexión serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
		U <sub>0</sub> /U (kV)	U <sub>m</sub> (kV)
220 kV	245 kV	127/220	245

- U<sub>0</sub>: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre cada conductor y la pantalla del cable, para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U: Tensión asignada eficaz a frecuencia industrial entre dos conductores cualesquiera para la que se han diseñado el cable y sus accesorios.
- U<sub>p</sub>: Valor de cresta de la tensión soportada a impulsos de tipo rayo aplicada entre cada conductor y la pantalla o la cubierta para el que se ha diseñado el cable o los accesorios.

#### 5.1.1 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE POTENCIA

Para llevar a cabo la instalación subterránea se emplearan dos ternas de cables unipolares de aluminio con aislamiento de polietileno reticulado XLPE, con una sección de 500 mm<sup>2</sup>, el cual

debe ser capaz de estar en servicio y soportar las variaciones en tensión y frecuencia de la red de acuerdo a lo establecido en la normativa nacional e internacional vigente.

Las características físicas el cable subterráneo son las siguientes:

El cable de potencia que se ha considerado en el presente anexo de cálculo en la canalización subterránea estará formado por cables unipolares de aluminio de las siguientes características:

- Denominación: RHZ1-RA+2OL(S) 127/220 kV 1x500KAL+H250.
- 1) Conductor
    - Sección: ..... 500mm<sup>2</sup>
    - Material: .....Aluminio
    - Diámetro nominal: ..... 26,5 mm
  - 2) Semiconductora interior
    - Espesor nominal mínimo: ..... 2 mm
  - 3) Aislamiento
    - Material: ..... XLPE
    - Espesor nominal: ..... 25 mm
    - Diam. sobre aislamiento: ..... 80 mm
  - 4) Semiconductora exterior
    - Espesor nominal: ..... 2 mm
  - 5) Cinta obturante
  - 6) Pantalla hilos de cobre
    - Formación: ..... 250 mm<sup>2</sup>
  - 7) Contraespira
  - 8) Cinta obturante
  - 9) Radio mínimo de curvatura
    - En posición final: ..... ≤2500 mm
    - Durante tendido: ..... ≤3500 mm

### 5.1.2 CARACTERÍSTICAS DEL CABLE DE COMUNICACIÓN

Las comunicaciones a implementar en la línea se efectuarán con cable subterráneo mediante fibra óptica tendida conjuntamente con el cable.

Las soldaduras entre los distintos tramos de fibra de producirse, se deberán ubicar en dispositivos registrables. Se dejará un sobrante de cable óptico de unos 10 m. El cable quedará enrollado, en posición horizontal y sujeto a la primera base con los extremos sellados.

El cable de fibra óptica está formado por un material dieléctrico ignífugo y con protección anti-roedores.

Estará compuesto por una cubierta interior de material termoplástico y dieléctrico, sobre la que se dispondrá una protección anti-roedores dieléctrica. Sobre el conjunto así formado se extraerá una cubierta exterior de material termoplástico e ignífuga.

En el interior de la primera cubierta se alojará el núcleo óptico formado por un elemento central dieléctrico resistente, por tubos holgados (alojan las fibras ópticas holgadas), en cuyo interior se dispondrá un gel antihumedad de densidad y viscosidad adecuadas y compatible con las fibras ópticas. Todo el conjunto irá envuelto por unas cintas de sujeción.

Las Características mecánicas y eléctricas del cable se muestran en la siguiente tabla:

Número de fibras	48
Diámetro exterior del cable (mm)	≤ 18
Resistencia a la tracción máxima (daN)	≥ 1.000
Masa (kg/km)	≤ 300
Radio de curvatura (mm)	≤ 300
Disposición de tubos	4 tubos de 12 fibras
Humedad relativa	Mínima: 65% hasta 55°C
Margen de Temperatura	-20°C a +70°C
Tipos de Fibra	Monomodo convencional

La fibra óptica deberá garantizarse para una vida media > 25 años y para una temperatura máxima continua en servicio de 90° C siendo esta temperatura constante alrededor de todo el conductor.

### 5.1.3 PUESTA A TIERRA DE LAS PANTALLAS EN EL CABLE DE POTENCIA

El cable aislado, al disponer de una pantalla formada por una pantalla de hilos de cobre, se produce la aparición de tensiones inducidas. Según el sistema de conexionado a tierra de las pantallas pueden aparecer corrientes inducidas que disminuyen la intensidad máxima admisible del cable, o bien, aunque no circulen corrientes longitudinales por las pantallas, las tensiones inducidas pueden alcanzar valores elevados que deben ser controlados, ya que en algunos puntos las personas pueden estar expuestas al contacto con las pantallas.

Debido a la escasa longitud existente entre ambos extremos y la no existencia de empalmes entre medio se establece la conexión de las pantallas del cable de potencia en un solo extremo "single point".

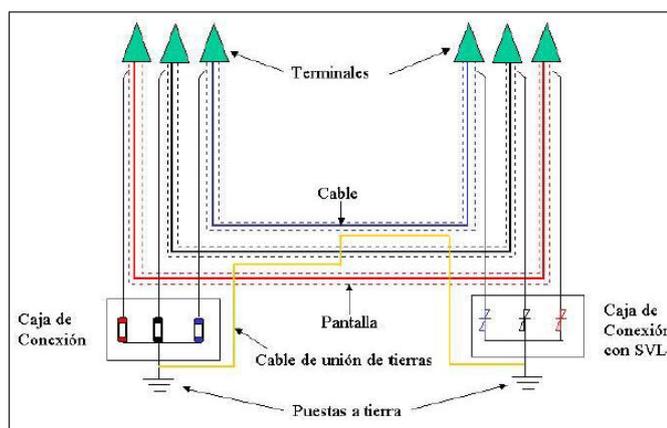
Este tipo de conexión consiste en conectar juntas y a tierra directamente las tres pantallas de los tres cables en un solo punto a lo largo de la longitud del cable. Al no existir circuito cerrado a tierra por las pantallas no circulan corrientes longitudinales por las mismas y no existen pérdidas

por efecto Joule que provoquen un aumento de la temperatura del cable con la consiguiente reducción de la intensidad admisible del cable.

En este tipo de conexión es necesario tender un cable de tierra “cable single-point”, paralelo a la línea, como unión equipotencial entre los distintos electrodos de puesta a tierra a los que se conectan las pantallas de los cables. Se realizará la transposición de este cable para evitar que circulen corrientes por él.

Se conectan rígidamente a tierra las pantallas de los tres cables en un extremo de la línea, conectándose el otro extremo a tierra a través de descargadores.

A continuación, se muestra un esquema de conexionado.



Esquema de conexión

Se deberá de tener en cuenta todos los elementos necesarios para su instalación tanto para la bajante por el apoyo como el tendido a lo largo de toda la canalización enterrada, la caja de pantalla de puesta a tierra y la caja de conexión con descargadores.

#### Conductor de continuidad de tierra

El conductor de continuidad de tierra para proveer un camino de baja impedancia para las corrientes homopolares que se puedan producir en caso de circulación por la línea de corrientes del cortocircuito, será de cobre con una sección de 300 mm<sup>2</sup> y deberá estar aislado con aislamiento de XLPE en todo su recorrido.

#### 5.1.4 LIMITADORES DE TENSIÓN (SVL)

Se deberán de instalar limitadores de tensión cuya función será limitar las diferencias de potencial transitorias que, con ocasión de sobretensiones de impulsos, atmosféricas o de maniobra, pueden aparecer entre elementos del circuito de pantallas con rigidez dieléctrica limitada.

Serán de óxido de cinc (ZnO) y estarán dimensionados para no tener ningún efecto limitador frente a sobretensiones temporales, a frecuencia industrial en condiciones normales de funcionamiento y en las condiciones de intensidad máxima de cortocircuito.

Sin embargo, deberán conducir para las perturbaciones breves de origen atmosférico o de maniobra, que originan tensiones muy elevadas en los extremos y en los puntos de discontinuidad, limitando estas tensiones a valores admisibles.

Las tensiones que se han de limitar son las que aparecen entre pantallas y la tierra local, que someten a esfuerzos dieléctricos a la cubierta exterior del cable y a los aisladores de soporte de los terminales, y las que se presentan entre los dos extremos de pantalla que concurren en

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 14937 JOSE LUIS OVELLE VISADO Nº: 630-23A DE FECHA: 18/07/23 INGENIERO TÉCNICO</p> <p style="text-align: center;"><b>EVISADO</b></p>
--	--	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

un mismo empalme con discontinuidad de pantalla, que deben ser soportadas por un espesor muy reducido de material aislante en el interior del empalme.

Se utilizarán con las siguientes características:

Tensión asignada: 5 kV.

Tensión residual:  $\leq 20$  kV.

Corriente nominal de descarga con onda  $8/20 \mu s$ :  $\geq 10$  kA.

Respecto al resto de características y ensayos de tipo y recepción, deberán cumplir los requisitos indicados en la norma UNE-EN 60099-4.

### 5.1.5 OBRA CIVIL

El recorrido de esta línea se realizará mediante una zanja de aproximadamente 1,00 m de ancho, y 1,50 m de profundidad.

El tramo subterráneo de 220 kV constará de una terna de cables en tresbolillo. Cada uno de los cables irá instalado en el interior de un tubo de polietileno de 250 mm de diámetro, quedando todos los tubos embebidos en un prisma de hormigón, el cual servirá de protección de la línea y proporcionará un medio de disipación térmica. Además, la zanja contendrá también el cable de comunicaciones, también en el interior de uno de los dos tubos a instalar de 90 mm de diámetro. Se colocará una banda de señalización a 0,30 del nivel definitivo del suelo.

Los cambios de dirección del trazado del tramo subterráneo se intentarán realizar con radios de curvatura no inferiores a 12,5 m con motivo de facilitar la operación de tendido.

Se deberá tener especial cuidado en la colocación de los tubos evitando rebabas y hendiduras producidas por el transporte de los mismos, realizando una inspección visual antes de montar cada tubo, desechando los tubos que presenten fisuras, aplastamiento o cualquier tipo de defecto.

Las uniones de los tubos deberán tener un sellado eficaz con objeto de evitar que a través de las mismas puedan penetrar materiales sólidos o líquidos procedentes de los trabajos a realizar durante la obra civil o posteriormente que pudieran dificultar el desarrollo normal de las operaciones de tendido de los cables (agua, barro, hormigón, etc.). Durante el trabajo de colocación de los tubos se deberá instalar en su interior una cuerda guía para facilitar su posterior mandrilado. Estas guías deberán ser de nylon de diámetro no inferior a 10 mm.

Una vez colocados los tubos de los cables de potencia, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 al menos en dos tongadas. Una primera para fijar los tubos y otra para cubrir completamente los tubos de potencia hasta alcanzar la cota del inicio del soporte de los tubos de telecomunicaciones.

Tras la colocación los tubos de telecomunicaciones, inmovilizados y perfectamente alineados y unidos se procederá al hormigonado de los mismos, sin pisar la canalización, vertiendo y vibrando el hormigón de calidad HM-20/B/20 hasta alcanzar la cota de hormigón especificada según el plano de la zanja.

Finalmente, tanto los tubos de los cables de potencia como los tubos de telecomunicaciones, quedarán totalmente rodeados por el hormigón constituyendo un prisma de hormigón que tiene como función la inmovilización de los tubos y soportar los esfuerzos de dilatación- contracción térmica o los esfuerzos de cortocircuito que se producen en los cables.

Cuando se finalice el hormigonado de la canalización se rellenará la zanja, en capas compactadas no superiores a 250 mm de espesor, con tierra procedente de la excavación, arena, o todo-uno normal al 95% P.M. (Proctor Modificado). Dentro de esta capa de relleno, a una distancia de 150 mm del firme existente, se instalarán las cintas de polietileno de 150 mm de ancho, indicativas de la presencia de cables eléctricos de alta tensión.

Para concluir, se rellenará la zanja con material seleccionado de excavación con tongadas de 20 cm.

## 6 PLAZO DE EJECUCIÓN

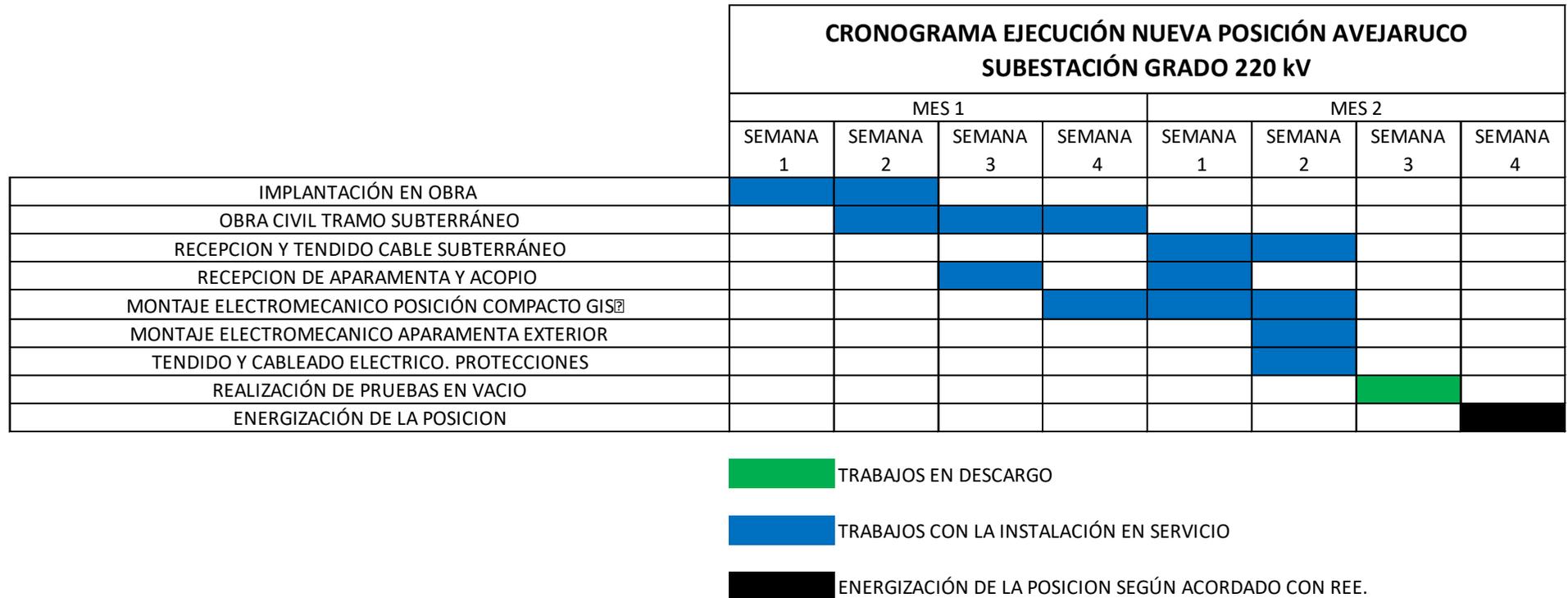
Para la ejecución de los trabajos se ha previsto un plazo de ejecución de alrededor de 2 meses aproximadamente, con las siguientes actividades principales:

- Trabajos previos consistentes en labores de replanteo, instalación de casetas de obra, inicio de los trabajos, etc.
- Obra civil, realización de la canalización subterránea: Ejecución de los trabajos para la construcción de la zanja a lo largo del recorrido (excavación, hormigonado...)
- Tendido del cable de potencia.
- Infraestructura eléctrica: desarrollo y ejecución de los trabajos correspondientes a los equipos de servicios en el interior del edificio (instalación de armarios de control y protección, ss.aa, medida, etc..).
- Instalación y conexionado del cableado de control, protección y servicios auxiliares.
- Montaje electromecánico de equipos en nuevo edificio.:
  - Montaje de nueva posición en modulo compacto GIS y conexionado.
- Realización de trabajos en descargo de la posición de transformador ATP1. Para poder efectuar una serie de trabajos será necesario la apertura del interruptor de la posición 4 del parque de 220 kV en el lado de 220 kV y la celda de media tensión de protección de transformador de potencia. Los trabajos que se llevarán a cabo serán los siguientes:
  - Montaje de la aparamenta exterior: botellas terminales, autoválvulas,
  - Realización de pruebas en vacío de todo el conjunto comprobando continuidades y operaciones necesarias de maniobrabilidad y disparos.
- Puesta en marcha de la posición.

PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
 GRADO 220 kV  
 T.M. EL GRADO (HUESCA)

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
 Nº Colección: 0001937  
 JOSÉ LUIS MEDINA  
 WSA VD02630-23A  
 DE : 14/6/23  
 INGENIERIA Y PROYECTOS  
**EVISADO**  
**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

6.1 CRONOGRAMA DE EJECUCIÓN



	<p style="text-align: center;">PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  GRADO 220 kV  T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937  JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  VISADO Nº: 530-23A  DE FECHA: 14/06/23  INGENIERIA Y PROYECTOS</p>
--	---	---

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

## 7 CONCLUSIÓN

Con el presente anexo a proyecto, se entiende haber descrito adecuadamente la nueva posición de línea Avejaruco en la subestación de El Grado 220 kV (lado no transporte) y las diferentes actuaciones derivadas de ello (tramo subterráneo) para la evacuación de la planta de energía renovable en la provincia de Huesca, sin perjuicio de cualquier otra ampliación o aclaración que las autoridades competentes consideren oportunas.

Junio de 2023



Fdo: José Luis Ovelleiro Medina.

Ingeniero Industrial.

Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:

Ingeniería y Proyectos Innovadores

B-50996719



## Anexo 01. Cálculos Eléctricos Tramo Subterráneo. Línea Mixta Avejaruco – El Grado

## ÍNDICE

1	CÁLCULO ELÉCTRICO TRAMO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA.....	3
1.1	ASPECTOS INICIALES.....	3
1.2	METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE .....	3
1.3	CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN .....	4
1.4	DEFINICIÓN DEL CABLE .....	6
1.4.1	CONSIDERACIONES INICIALES Y DATOS DE PARTIDA.....	6
1.4.2	DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE SEGÚN EL CRITERIO DE MÁXIMA CORRIENTE ADMISIBLE 6	6
1.4.3	CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR .....	6
1.4.4	MALLA DEL CABLE.....	7
1.4.5	DATOS DE LOS CABLES SELECCIONADOS .....	8
1.5	COMPORTAMIENTO ELÉCTRICO DEL CABLE EN LA INSTALACIÓN.....	11
1.5.1	RESISTENCIA DEL CONDUCTOR .....	11
1.5.2	RESISTENCIA DE LA PANTALLA .....	12
1.5.3	REACTANCIA DEL CONDUCTOR.....	12
1.5.4	CAPACIDAD CONDUCTORES-PANTALLAS .....	12
1.6	CÁLCULO DE RESISTENCIAS TÉRMICAS .....	14
1.7	CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS ELÉCTRICAS .....	16
1.7.1	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LOS CONDUCTORES .....	16
1.7.2	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LAS PANTALLA.....	16
1.7.3	PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL AISLAMIENTO.....	17
1.7.4	PÉRDIDAS DE POTENCIA TOTALES .....	17
1.8	CAÍDA DE TENSIÓN .....	17
1.9	TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS METÁLICAS.....	18
1.9.1	TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN SERVICIO PERMANENTE A PLENA CARGA. ....	19
1.9.2	TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO .....	19
1.9.3	TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO .....	20
1.10	DESCARGADORES DE TENSIONES.....	20
1.10.1	SELECCIÓN DE LIMITADORES DE TENSIÓN. ....	21
1.11	CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO .....	22

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 KV T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937 JOSE LUIS OVELLE VISADO Nº: 30-23A DE FECHA: 23 INGENIERO EN PROYECTOS</p> <p style="text-align: center;"><b>EVISADO</b></p>
		<p><b>ANEXO A</b> <b>VD04594-22A</b></p>

## 1 CÁLCULO ELÉCTRICO TRAMO SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA

### 1.1 ASPECTOS INICIALES

En el presente anexo, se muestran tanto los cálculos eléctricos como los cálculos térmicos correspondientes al último tramo subterráneo mediante cables aislados, que forma parte de la línea de evacuación entre la futura subestación AVEJARUCO y la subestación EL GRADO 220 KV.

El cálculo eléctrico se realizará a partir de las características del cable a instalar, en este tramo subterráneo, del tipo de instalación a realizar y de las condiciones en que se lleve a cabo dicha instalación, obteniéndose los parámetros eléctricos que definen la línea (intensidades máximas admisibles, caída de tensión, pérdida de potencia etc.).

Para la evaluación de la capacidad de transporte, se evalúa el valor de la intensidad máxima admisible que puede conducir el cable. Se calculará siguiendo el guion marcado en la Norma UNE 21144:199 (Cables eléctricos. Cálculo de la intensidad admisible), equivalente a la Norma CEI-287.

En el momento de llevar a cabo el presente análisis se considera unas condiciones de instalación las cuales afectan sobre el resultado obtenido, es por ello, que cualquier modificación o variación de dichas condiciones de instalación podrá suponer una modificación y alteración en los resultados que se reflejan y por lo tanto de la elección del tipo de cable y sus características.

Los cálculos de la intensidad de cortocircuito admisible se calcularán siguiendo el guion marcado en la Norma UNE 21192:1992 (Cálculo de las intensidades de cortocircuito térmicamente admisibles, teniendo en cuenta los efectos del calentamiento no adiabático), equivalente a CEI-949.

### 1.2 METODOLOGÍA DE CÁLCULO DE LA CAPACIDAD DE TRANSPORTE

El límite que marca la capacidad de transporte de un cable aislado es la temperatura límite que puede alcanzar en cada caso el conductor de cada fase de la línea. Esta temperatura será función no sólo de las pérdidas de la propia fase, sino también de las pérdidas de las otras fases y de las otras líneas en el caso de que se compartiera canalización.

Se ha considerado que en ambos tramos subterráneos objeto del presente anexo va a discurrir por una zanja con tubo hormigonado a lo largo de todo el recorrido.

La metodología empleada habitualmente en el cálculo de capacidad de transporte de líneas subterráneas, se encuentra recogida en las normas UNE 21144. Este conjunto de normas UNE se encuentra a su vez basado en las normas internacionales IEC 60287. Dicha metodología se basa fundamentalmente en un modelo discreto de la instalación, basado en la analogía eléctrica. La analogía consiste en considerar cada una de las diferentes capas que separan el conductor del exterior de la instalación como una resistencia térmica. Este tren de resistencias en serie es atravesado por el flujo de calor asociado a la evacuación de las pérdidas de potencia activa del conductor. Al atravesar dicho flujo de calor las diferentes resistencias térmicas que va encontrando a su paso, va provocando gradientes de temperatura. La suma de todos los gradientes de temperatura determina la diferencia total de temperatura existente entre el conductor y la temperatura ambiente. Sin embargo, el empleo de resistencias térmicas implica una serie de simplificaciones, tales como considerar isotermas y sin generación interna de calor las diferentes capas entre las que se modelan las resistencias. Por otro lado, el empleo de resistencias térmicas dificulta el modelado de la influencia que tienen las pérdidas de una determinada fase en la temperatura de las otras fases y de las otras líneas. El empleo del modelo de conducción basado en resistencias térmicas implica por tanto pérdida de precisión en los resultados, lo cual se puede traducir en un cálculo inexacto de la capacidad de transporte de las

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)	
--	--

instalaciones, que resultan mayor cuanto mayor es el número de líneas que comparten canalización.

Los cálculos de capacidad de transporte realizados en el presente anejo se realizan aplicando una metodología para el cálculo de la capacidad de transporte de instalaciones subterráneas basada en modelos continuos de conducción.

El modelo se basa en considerar la distribución real de temperaturas en toda la instalación. La distribución total se obtiene como superposición de las distribuciones parciales debidas a cada una de las fases de la línea del soterramiento.

Si bien las pérdidas producidas en los conductores son una fuente fundamental de calor a considerar a la hora de evaluar la temperatura de funcionamiento de la instalación, resultan también relevantes las pérdidas de potencia que aparecen en las pantallas de los cables. Estas pérdidas son debidas a las corrientes que se inducen en las pantallas resultado del acoplamiento electromagnético existente entre conductores y pantallas.

### 1.3 CARACTERÍSTICAS PRINCIPALES DE LA INSTALACIÓN

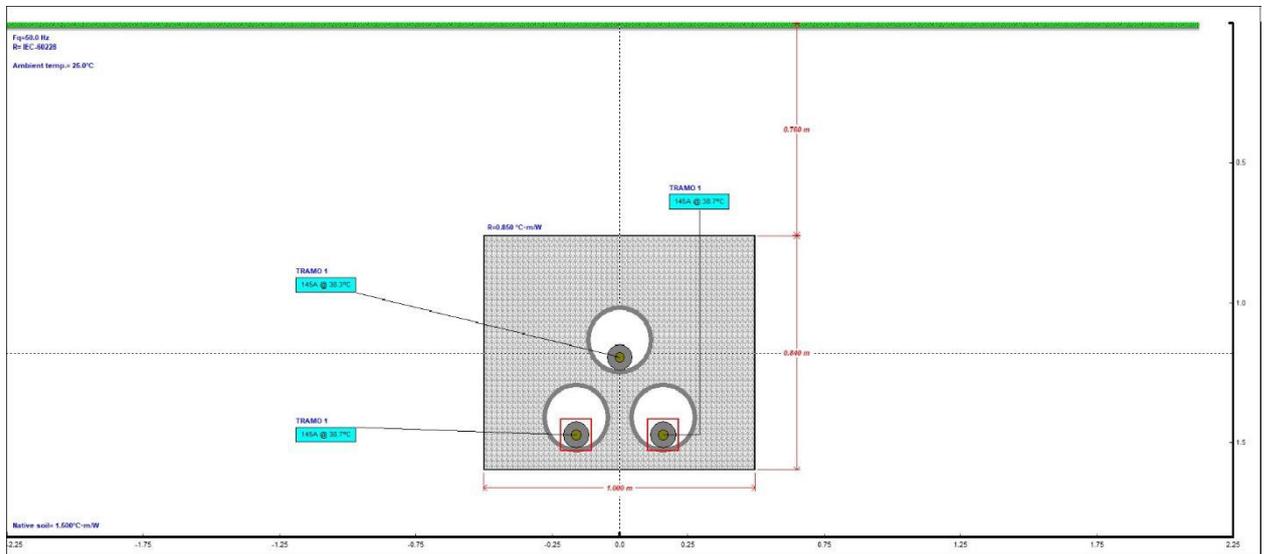
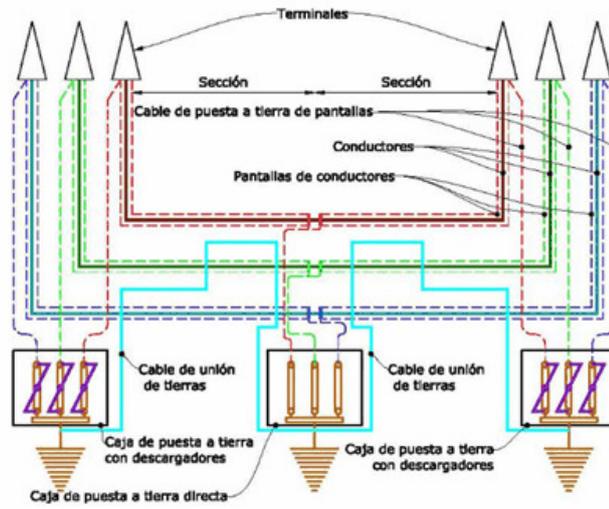
Las características generales del tramo subterráneo de esta línea mixta serán las siguientes:

Tensión Nominal (Vn)	Tensión más elevada	Características mínimas del cable y accesorios	
		U <sub>0</sub> /U (kV)	Um (kV)
220 kV	245 kV	127/220	245

A continuación, se reflejan los datos iniciales de la instalación en cada tramo subterráneo.

DATOS GENERALES INSTALACIÓN (TRAMO SUBTERRÁNEO)	
Inicio – Final:	Apoyo Conversión Aéreo Subterráneo N° 59 – Posición de línea interior compacta tipo GIS
Longitud total Tramo Subterráneo	40 m
Tipo de canalización	Hormigonada bajo tubo PEAD corrugado de doble pared
Diámetro exterior tubo Ø <sub>ext</sub> (mm)	250
Diámetro interior tubo Ø <sub>int</sub> (mm)	220
Temperatura del aire ambiente (°C)	40
Resistividad Eléctrica del Terreno (Ω*m)	100
Resistividad Térmica del Terreno (°K*m/W)	1,5
Resistividad Térmica del Hormigón (m <sup>2</sup> *K/W) (según UNE 21144-3-1)	0,85
Altura del Hormigonado (mm)	840
Profundidad del Hormigonado (mm)	1.000
Anchura del Hormigonado (mm)	1.000

DATOS DEL TRAMO 1 SUBTERRÁNEO DE LA LÍNEA	
Nº de Ternas	1
Profundidad al eje de la terna (mm)	1.420
Configuración de los conductores	Tresbolillo
Frecuencia (Hz)	50
PUESTA A TIERRA TRAMO 1	
Tipo de conexión de las Pantallas a Tierra	Single Point



Con ello se ha llevada a cabo los siguientes datos para su cálculo:

Installation Type:Ductbank		
Ambient Soil Temperature at Installation Depth	[°C]	35,0
Native Soil Thermal Resistivity	[K.m/W]	1,5
Thermal Resistivity of Duct Bank	[K.m/W]	0,9
Depth of Center of Duct Bank	[m]	1,18
Duct Bank Width	[m]	1,0
Duct Bank Height	[m]	0,84

## 1.4 DEFINICIÓN DEL CABLE

### 1.4.1 CONSIDERACIONES INICIALES Y DATOS DE PARTIDA

La instalación de los tramos subterráneos de esta línea de alta tensión se considera con la siguiente disposición de cables:

	Nivel de Tensión	Nº de Ternas	Disposición de cables
<b>Línea Subterránea A.T. 220 kV</b>	220 kV	1	Tresbolillo

Teniendo en cuenta que la potencia nominal del transformador ubicado en la SET Avejaruco es de 55 MVA, la intensidad nominal que obtenemos en el nivel de 220 kV para esta línea es la siguiente:

	Potencia (MVA)	Corriente Nominal $I_n$ (A)
<b>Línea Subterránea A.T. 220 kV</b>	55	145

### 1.4.2 DIMENSIONAMIENTO DEL CABLE SEGÚN EL CRITERIO DE MÁXIMA CORRIENTE ADMISIBLE

Las condiciones normales de instalación se han tomado de la Norma UNE 21144-3-1, y son las siguientes:

- Temperatura del suelo: 25 °C
- Resistividad térmica del suelo, en cables > 18/30: 1,5 K·m/W
- Temperatura máxima del aire ambiente: 35 °C

Se debe verificar que la máxima corriente en régimen permanente soportada por el cable es mayor a la corriente nominal que circulara por el mismo:

$$I_{max adm} > I_n$$

Para el cálculo de tramo subterráneo, objeto de este anexo, se opta por utilizar el siguiente cable con conductor de aluminio:

RHZ1-RA+2OL(S) 127/220 kV 1x500KAL+H250.

Por otro lado, se establece:

- Corriente máxima admisible a través del conductor (A).
- Corriente máxima admisible a través de la pantalla (A). Está corriente será el resultado de la combinación por un lado de la corriente amperimétrica que circula por la pantalla debida a los acoplamientos electromagnéticos con posibles elementos próximos de la instalación y por otro la corriente de circulación por defecto de Foucault.

### 1.4.3 CORRIENTE DE CORTOCIRCUITO ADMISIBLE EN EL CONDUCTOR

Una vez calculada la mínima corriente en régimen permanente que deben tener los cables, y por tanto la sección mínima que deben cumplir, se verifica que la máxima corriente de cortocircuito que pueden soportar los cables durante un tiempo determinado es superior a la máxima corriente de falta que puede producirse en ese punto de la instalación.

Tomando como base la Norma UNE 21192:1992, la expresión para el cálculo de la intensidad máxima de cortocircuito es:

$$I_{cc} = \frac{K \cdot S}{\sqrt{t}}$$

Donde:

- S = sección
- t = duración del cortocircuito
- $\theta_f$  = temperatura final
- $\theta_i$  = temperatura inicial
- K= Coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de las temperaturas al inicio y al final del cortocircuito. En nuestro caso para  $t=0,5s$ ,  $K = 133 A/mm^2$
- K coincide con el valor de la densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito en los conductores, de los cables aislados con diferentes materiales y en función de los tiempos de duración del cortocircuito. Tal y como se refleja en la tabla 26 del ICT-LAT 06.

**Tabla 26. Densidad máxima admisible de corriente de cortocircuito, en A/mm<sup>2</sup>, para conductores de aluminio**

Tipo de aislamiento	$\Delta\theta^*$ (K)	Duración del cortocircuito, $t_{cc}$ , en segundos										
		0,1	0,2	0,3	0,5	0,6	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	
PVC:												
sección $\leq 300 \text{ mm}^2$	90	240	170	138	107	98	76	62	53	48	43	
sección $> 300 \text{ mm}^2$	70	215	152	124	96	87	68	55	48	43	39	
XLPE, EPR y HEPR:	160	298	211	172	133	122	94	77	66	59	54	
HEPR $U_0/U_{\leq} 18/30 \text{ kV}$	145	281	199	162	126	115	89	73	63	56	51	

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito se consideran las siguientes temperaturas:

Temperatura inicial conductor: 90/ 80 °C

Temperatura final conductor: 250 °C

Teniendo en cuenta estos datos, y la sección preliminar definida en el primer paso, se calcula el valor de corriente de falta que aguantará un cable de esta sección, y se comprueba si el cable soporta, durante al menos 0,5 segundos, la máxima corriente de cortocircuito que se producirá en ese punto.

Sección Conductor	Duración Falta	Iccmax (kA)
500 mm <sup>2</sup>	0,5 segs	66,9

Los cables elegidos soportan una corriente superior a la máxima corriente de corto-circuito considerada. Por tanto, el criterio de corto-circuito se cumpliría.

#### 1.4.4 MALLA DEL CABLE

Los cables del presente proyecto cuentan con una capa semiconductor por la parte externa del aislamiento que proporciona un blindaje integral y que tiene por objeto, confinar el campo eléctrico, en superficie interior y lograr un gradiente de potencial, radialmente uniforme. Este blindaje constituye la protección eléctrica contra contactos involuntarios y en casos de averías mecánicas graves, debe prevenir las tensiones de contacto, la descarga de la corriente capacitiva del cable en servicio normal y de la corriente de cortocircuito, en caso de falla. Este blindaje, para cumplir con su cometido, debe estar conectado a tierra, y además tener continuidad eléctrica en los empalmes.

La pantalla eléctrica, según la normativa vigente, debe poseer una resistencia eléctrica no mayor de 3,3 ohm/Km a 20 °C, por lo que se debe verificar que la sección de la misma es suficiente para conducir la corriente de corto circuito. Para calcular esta sección mínima se utiliza la siguiente formula:

$$S = IxT^{0,5} / K(mm^2)$$

- I: corriente de corto circuito monofásica a tierra (A)
- T: tiempo de actuación de las protecciones (0,5 seg)
- S : sección mínima de cobre que debe tener la pantalla (mm2)

- K: densidad máxima de corriente, a 250 °C es 202 (Cu)

Iccmax (kA)	Duración Falta	Sección Pantalla mínima
8	0,5 segs	28 mm <sup>2</sup>

Consideraremos a efectos de dimensionamiento una corriente de cortocircuito de 8 kA. (Según informe de cortocircuito facilitado por REE).

En este caso, se supera la sección mínima de pantalla necesaria para soportar la corriente de cortocircuito considerada.

#### 1.4.5 DATOS DE LOS CABLES SELECCIONADOS

Los cálculos realizados para la instalación de este proyecto se han realizado considerando la corriente asociada a la máxima generación de las instalaciones.

El comportamiento de los cables y, por consiguiente, de las instalaciones, vendrá condicionado por las características constructivas de los mismos.

Los cables presentan, en general, una estructura de sección circular, formada por diversas capas de materiales. Los materiales y dimensiones que componen estas capas deben definirse atendiendo a criterios térmicos, eléctricos y mecánicos.

El cable de potencia que se ha considerado en el presente anexo de cálculo en la canalización subterránea estará formado por cables unipolares de aluminio de las siguientes características:

- **Denominación:** RHZ1-RA+2OL(S) 127/220 kV 1x500KAL+H250.

##### 1) Conductor

Sección: ..... 500mm<sup>2</sup>

Material: .....Aluminio

Diámetro nominal: ..... 26,5 mm

##### 2) Semiconductora interior

Espesor nominal mínimo: ..... 2 mm

##### 3) Aislamiento

Material: ..... XLPE

Espesor nominal: ..... 25 mm

Diam. sobre aislamiento: ..... 80 mm

##### 4) Semiconductora exterior

Espesor nominal: ..... 2 mm

##### 5) Cinta obturante

##### 6) Pantalla hilos de cobre

Formación: ..... 250 mm<sup>2</sup>

##### 7) Contraespira

##### 8) Cinta obturante

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  GRADO 220 kV  T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA</p> <p style="text-align: center;">Nº Colegiado: 1937  JOSE LUIS OVELLE  VISADO Nº: 1530-23A  DE FECHA: 13/23  INGENIERO EN PROYECTOS</p> <p style="text-align: center;"><b>EVISADO</b></p>
--	---	---

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

**9) Radio mínimo de curvatura**

En posición final: ..... ≤2500 mm

Durante tendido: ..... ≤3500 mm

A continuación, se indican los parámetros de las características de este cable para su posterior cálculo.

Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03300-23 y VISADO electrónico VD02630-23A de 14/06/2023. CSV = FVYANQVPSL84Q8MD verificable en <https://coiiair.e-gestion.es>

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
 GRADO 220 kV  
 T.M. EL GRADO (HUESCA)



ANEXO A  
 VD04594-22A

No.	Description	Unit	1
<b>General Cable Information</b>			
1	Cable Equipment ID		500MM_220KV
2	Number of Cores		Single Core
3	Voltage	[kV]	220
4	Conductor Area	[mm <sup>2</sup> ]	500,0
5	Cable Overall Diameter	[mm]	95,0
6	Maximum Steady-State Conductor Temperature	[°C]	90
7	Maximum Emergency Conductor Temperature	[°C]	110
<b>Conductor</b>			
8	Material		Aluminum
9	Electrical Resistivity at 20°C	[μΩ.cm]	2,8264
10	Temperature Coefficient at 20°C	[1/K]	0,00403
11	Reciprocal of Temperature Coefficient of Resistance (BETA)	[K]	228,1389578
12	Volumetric Specific Heat (SH)	[J/(K*cm <sup>3</sup> )]	2,5
13	Construction		Round Stranded
14	Number of Wires Composing Stranded Conductor		n/a
15	Conductor Insulation System		Extruded
16	Milliken Wires Construction		n/a
17	Ks (Skin Effect Coefficient)		1
18	Kp (Proximity Effect Coefficient)		0,8
19	Diameter	[mm]	26,5
<b>Conductor Shield</b>			
20	Thickness	[mm]	2,0
21	Diameter	[mm]	30,5
<b>Insulation</b>			
22	Material		XLPE Filled
23	Thermal Resistivity	[K.m/W]	3,5
24	Dielectric Loss Factor - ( tan delta )		0,005
25	Relative Permittivity - ( epsilon )		3
26	Specific Insulation Resistance Constant at 60°F - ( K )	[MΩ.km]	6096
27	Thickness	[mm]	25,0
28	Diameter	[mm]	80,5
<b>Insulation Screen</b>			
29	Material		Semi Conducting Screen
30	Thickness	[mm]	1,0
31	Diameter	[mm]	82,5
<b>Concentric neutral/Skid wires</b>			
32	Are Concentric Neutral Wires Around Each Core?		n/a
33	Material		Copper
34	Electrical Resistivity at 20°C	[μΩ.cm]	1,7241
35	Temperature Coefficient at 20°C	[1/K]	0,00393
36	Reciprocal of Temperature Coefficient of Resistance (BETA)	[K]	234,5
37	Volumetric Specific Heat (SH)	[J/(K*cm <sup>3</sup> )]	3,45
38	Wire Type		Round Wires
39	Length of Lay	[mm]	200,0
40	Number of Wires		57
41	Wire Gauge		Undefined
42	Thickness	[mm]	1,25
43	Diameter	[mm]	85,0
<b>Jacket</b>			
44	Material		Polyethylene
45	Thermal Resistivity	[K.m/W]	3,5
46	Thickness	[mm]	5,0
47	Diameter	[mm]	95,0

## 1.5 COMPORTAMIENTO ELÉCTRICO DEL CABLE EN LA INSTALACIÓN

Los datos eléctricos de la instalación considerando una canalización subterránea de cables bajo tubos hormigonados, mediante el método de single point, en un terreno de resistividad térmica media de 1,5 K·m/W y con una temperatura ambiente del terreno de 25°C se establecen a continuación.

### 1.5.1 RESISTENCIA DEL CONDUCTOR

La resistencia del conductor por unidad de longitud se calcula de acuerdo a la norma UNE 21144, con la siguiente expresión:

$$R_{c.a.} = R'(1 + y_s + y_t)$$

Donde:

- $R'$ : Resistencia del conductor en c.c. a temperatura máxima de servicio. Que viene dada de la expresión:

$$R' = R_0 [1 + \alpha_{20}(\theta - 20)]$$

- $R_0$ : Resistencia del conductor en cc a 20°C:
- $\theta$ : Temperatura máxima de servicio: 90° C
- $\alpha_{20}$ : Coeficiente variación de la resistividad:  $3,93 \times 10^{-3}$

Por otra parte, tendremos que, el campo magnético intrínseco creado por el conductor ocasiona una diferencia en la distribución de intensidad, obteniéndose que la densidad de corriente que circula por la periferia del conductor es mayor que en la presente en el centro del mismo. Esto es lo que se conoce como efecto piel (skin) y afecta a la resistencia mediante el siguiente factor, factor pelicular ( $y_s$ ):

$$y_s = \frac{x_s^4}{192 + 0,8 \cdot x_s^4}$$

Donde

$$x_s^2 = 8\pi f 10^{-7} \frac{k_s}{R'_{CC}}$$

El efecto proximidad corresponde a la deformación del reparto de corriente en el conductor originada por las corrientes inducidas debidas al campo magnético del conductor y los conductores adyacentes. Afecta a la resistencia mediante el siguiente factor, factor de proximidad ( $y_p$ ):

$$y_p = \frac{x_p^4}{192 + 0,8 \cdot x_p^4} \left( \frac{dc}{s} \right)^2 \left[ 0,312 \left( \frac{dc}{s} \right)^2 + \frac{1,128}{\frac{x_p^4}{192 + 0,8 \cdot x_p^4} + 0,27} \right]$$

Donde

$$x_p^2 = 8\pi f 10^{-7} \frac{k_p}{R'_{CC}}$$

Los parámetros de entrada  $k_s$  y  $k_p$  mediante las fórmulas recogidas en la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.1.1, página 15 y sección 2.1.4.1, página 16, respectivamente.)

### 1.5.2 RESISTENCIA DE LA PANTALLA

La resistencia de la pantalla por unidad de longitud es obtenida a partir de la resistividad de la pantalla a 20 °C y en corriente continua. La resistencia de las pantallas se calcula de forma análoga a la de los conductores. El efecto pelicular y de proximidad no son aplicables, debiéndose considerar únicamente el efecto corrección de la resistencia por temperatura, que se calcula para la temperatura de límite especificada.

$$R_p = \frac{\rho_p}{A_p} [1 + \alpha_{20} (\theta - 20)]$$

Donde:

- $\rho_p$ : Resistividad de la pantalla a 20 °C
- $A_p$ : Sección total de la pantalla.
- $\theta$ : Temperatura máxima de servicio: 90° C
- $\alpha_{20}$ : Coeficiente variación de la resistividad:  $3,93 \times 10^{-3}$

### 1.5.3 REACTANCIA DEL CONDUCTOR

La reactancia por km de línea viene dada por la fórmula:

Siendo:

$$X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L (\Omega / km)$$

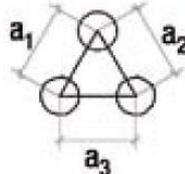
f : Frecuencia de la red.

L: Coeficiente de autoinducción entre fases. cuyo valor es:

$$L = \left[ \left( 0,5 + 2 \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot D_{mg}}{d} \right) \right) \cdot 10^{-4} \right] (H / km)$$

Siendo:

- $D_{mg}$ : La separación media geométrica entre fases, en mm.



$$DMG = \sqrt[3]{a1 \cdot a2 \cdot a3}$$

Siendo la disposición del conductor en tresbolillo bajo tubo.

### 1.5.4 CAPACIDAD CONDUCTORES-PANTALLAS

La capacidad por unidad de longitud entre conductor y su pantalla se calcula por la siguiente expresión:

$$C = \frac{\epsilon_r \cdot \epsilon_0}{\ln \left( \frac{r_e}{r_i} \right)}$$

Siendo:

- $\epsilon_r$ : Permitividad relativa del aislante
- $\epsilon_0$ : Permitividad relativa del vacío ( $8,85 \cdot 10^{-12}$  F/m)

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE GRADO 220 kV T.M. EL GRADO (HUESCA)	
--	--

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

- $r_e$  : Radio exterior del aislamiento.
- $r_i$  : Radio interior del aislamiento. Los valores de la permitividad dieléctrica relativa y factor de pérdidas de aislamiento a base de polietileno reticulado se pueden aproximar según norma a los valores de referencia ( $\epsilon_r$ :2,5).

A partir de la definición de cada uno de los parámetros que inciden en la capacidad máxima del cable se expone a continuación los resultados obtenidos.

No.	Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3
1	<b>Cable Equipment ID</b>		<b>500MM_220KV</b>	<b>500MM_220KV</b>	<b>500MM_220KV</b>
<b>Resistances</b>					
2	DC Resistance of the conductor at 20°C	[Ω/km]	0,0605	0,0605	0,0605
3	DC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,06507	0,06507	0,06495
4	AC Resistance of Conductor at 20°C	[Ω/km]	0,06186	0,06186	0,06186
5	AC Resistance of Conductor at Operating Temperature	[Ω/km]	0,06633	0,06633	0,06622
6	DC Resistance of Concentric Wires at 20°C	[Ω/km]	0,4073	0,4073	0,4073
7	DC Resistance of Concentric Wires at Operating Temperature	[Ω/km]	0,43378	0,43378	0,43303
<b>Capacitance, Inductance, Impedance</b>					
13	Capacitance	[μF/km]	0,172	0,172	0,172
14	Inductance of Conductor	[mH/km]	0,68687	0,68687	0,68687
15	Reactance of Conductor	[Ω/km]	0,21578	0,21578	0,21578
16	Inductance of Metallic Sheath	[mH/km]	0,40673	0,40673	0,40673
17	Reactance of Metallic Sheath	[Ω/km]	0,12778	0,12778	0,12778
18	Positive Sequence Impedance	[Ω/km]	0.066333 + j0.215785	0.066333 + j0.215785	0.066220 + j0.215785
19	Negative Sequence Impedance	[Ω/km]	0.066333 + j0.215785	0.066333 + j0.215785	0.066220 + j0.215785
20	Zero Sequence Impedance	[Ω/km]	0.468954 + j0.127777	0.468954 + j0.127777	0.468958 + j0.127777
21	Surge Impedance	[Ω]	63,24349	63,24349	63,24349

## 1.6 CÁLCULO DE RESISTENCIAS TÉRMICAS

### Resistencia Térmica entre Conductor y Envoltente

La resistencia térmica por unidad de longitud entre un conductor y la envoltente está dada por la fórmula siguiente:

$$T_1 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln \left[ 1 + \frac{2t_1}{d_c} \right]$$

Donde:

- $T_1$ : Resistencia térmica por fase entre conductor y envoltente.
- $P_t$ : Resistividad térmica del aislamiento
- $t_1$ : Espesor del aislamiento entre conductor y envoltente.
- $d_c$ : diámetro del conductor.

### Resistencia Térmica entre Cubierta y Armadura

Es la resistencia térmica, por unidad de longitud, del relleno de asiento entre la envoltente y la armadura (K·m/W). En nuestro caso, al ser un cable no armado, el valor es 0.

### Resistencia Térmica del Revestimiento Exterior

Donde:

$$T_3 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln \left[ 1 + \frac{2t_3}{D'_a} \right]$$

- $T_3$ : Resistencia térmica por fase del revestimiento exterior del cable
- $P_t$ : Resistividad térmica del aislamiento
- $t_3$ : Espesor del revestimiento exterior
- $D_a$ : diámetro exterior de la armadura.

### Resistencia Térmica entre la superficie del cable y el medio circundante

La resistencia térmica externa ( $T_4$ ) de un cable colocado en un conducto comprende tres partes:

a) La resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto ( $T'_4$ )

b) La resistencia térmica del material que constituye el conducto ( $T''_4$ )

c) La resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente ( $T'''_4$ )

Para la instalación de conductos enterrados en contacto mutuo hormigonado, con cubierta no metálica en tresbolillo, la resistencia térmica externa viene dado por las fórmulas:

$$T'_4 = \frac{U}{1 + 0,1(V + Y\theta_m)D_e}$$

$$T''_4 = \frac{\rho_T}{2\pi} \ln \left[ \frac{D_0}{D_e} \right]$$

$$T''''_4 = \frac{\rho_T}{2\pi} [\ln(2u') + 2\ln(u')] + \frac{N}{2\pi} (\rho_e - \rho_c) \ln(u + \sqrt{u^2 - 1})$$

$$u' = \frac{2L}{D_0}$$

$$u = \frac{L_G}{r_b}$$

$$\ln r_b = \frac{1}{2} x \left( \frac{4}{\pi} - \frac{x}{y} \right) \ln \left( 1 + \frac{y^2}{x^2} \right) + \ln \frac{x}{2}$$

En donde:

- Resistencia térmica del medio exterior T4
- Resistencia térmica del intervalo de aire entre la superficie del cable y la superficie interior del conducto T'4
- Resistencia térmica del material que constituye el conducto T''4
- Resistencia térmica entre la superficie exterior del conducto y el medio ambiente T'''4 (K.m/W)
- Constante U: 1,87
- Constante V: 0,312
- Constante Y: 0,0037
- Temperatura media del medio que rellena el espacio entre el cable y el conducto.  $\theta_m$  68 °C
- Resistividad térmica del material constitutivo del conducto  $\rho_T$  3,5 K.m/W
- Diámetro exterior del conducto D 250 mm
- Diámetro interior del conducto Dd 220 mm
- Coeficiente u' :9,75
- Distancia de la superficie del suelo al eje del conducto L 1420 mm
- Distancia entre ejes de los conductos adyacentes S1 300 mm
- Número de cables con carga en el bloque de conductos N: 3
- Resistividad térmica del suelo que rodea al bloque de conductos pe 1,5 K.m/W
- Resistividad térmica del hormigón pc 0,85 K.m/W
- Coeficiente u: 1,70-
- Profundidad de colocación, respecto al centro del bloque de conductos L<sub>G</sub> 1420 mm
- Radio equivalente del bloque de hormigón r<sub>b</sub> 312,59-
- Dimensión menor del bloque y conductos Y
- Dimensión mayor del bloque y conductos X

A partir de la definición de cada uno de los parámetros que inciden en la capacidad máxima del cable se expone a continuación los resultados obtenidos.

Thermal resistances					
T1	Thermal resistance of insulation	[K.m/W]	0,61023	0,61023	0,61023
T2	Thermal resistance of bedding/medium inside pipe-type	[K.m/W]	0,0	0,0	0,0
T3	Thermal resistance of outer covering	[K.m/W]	0,06196	0,06196	0,06196
T4	External thermal resistance	[K.m/W]	1,94702	1,94702	1,86603

## 1.7 CÁLCULO DE LAS PÉRDIDAS ELÉCTRICAS

Las pérdidas de potencia que se producen en la línea se producen a consecuencia de la carga que transporta.

Se establecen las siguientes pérdidas en el cable:

- Pérdidas de potencia activa en el conductor, pérdidas óhmicas (W/m).
- Pérdidas de potencia activa en la pantalla, en cada sector (W/m).
- Pérdidas de potencia activa en el aislamiento, pérdidas dieléctricas (W/m).

### 1.7.1 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LOS CONDUCTORES

Al paso de una determinada corriente  $I_c$  a través de un conductor, se generan unas determinadas pérdidas de potencia activa por efecto Joule. Dichas pérdidas  $W_c$  por unidad de longitud serán, por lo tanto:

$$W_c = I_c^2 \cdot R_{ca}$$

Donde  $R_{ca}$  es la resistencia del conductor por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad del conductor a 20 °C y en corriente continua ( $\rho_c$ ). Dicho cálculo puede observarse en el apartado 4.2 del presente anejo de cálculos.

### 1.7.2 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN LAS PANTALLA.

Las pantallas de los cables subterráneos suponen también una fuente de calor a tener en cuenta a la hora de calcular las temperaturas de las líneas y establecer cuál es la capacidad de transporte de la instalación. Las pérdidas de potencia en las pantallas son debidas por un lado a las pérdidas óhmicas debidas al paso de corrientes inducidas por las pantallas, y por el otro lado a la existencia de corrientes de Foucault.

- a) Pérdidas de potencia en las pantallas debido a la circulación de corrientes inducidas

Al paso de una determinada corriente  $I_p$  a través del conductor de una pantalla, se generan unas determinadas pérdidas de potencia activa por efecto Joule. Dichas pérdidas  $W_p$  por unidad de longitud serán, por tanto:

$$W_p = I_p^2 \cdot R_p$$

Donde  $R_p$  es la resistencia de la pantalla por unidad de longitud. Dicha resistencia es obtenida a partir de la resistividad de la pantalla a 20°C y en corriente continua ( $\rho_p$ ). Dicho cálculo puede observarse en el apartado 4.3 del presente anejo de cálculos.

Por otra parte, las corrientes inducidas que circulan por las pantallas  $I_p$  de los cables dependerán de las características eléctricas de la instalación, tales como el tipo de puesta de tierra, y de las corrientes de Foucault. Por un lado, las pérdidas por corrientes de Foucault que se originan en las pantallas son evaluadas atendiendo a las fórmulas que se recogen en la norma UNE 21144-

1-1 (sección 2.3.6.1, página 22). Por otro lado, para evaluar la influencia de las puestas a tierra en las corrientes inducidas en las pantallas, es preciso recurrir al modelo eléctrico de la instalación.

Para una configuración de tres cables unipolares dispuestos en tresbolillo, con las pantallas en cortocircuito en una única extremidad de una sección eléctrica o con las pantallas metálicas permutadas, las pérdidas por corrientes de circulación son despreciables siempre que cada sección mayor esté dividida en tres secciones menores eléctricamente idénticas.

b) Pérdidas de potencia en las pantallas debido a corrientes de Foucault

La evaluación de estas pérdidas de potencia en las pantallas debidas a corrientes de Foucault se realiza atendiendo a las directrices de las normas UNE e CEI. En la norma UNE 21144-1-1 (sección 2.3.6, página 23) se define un parámetro de escala  $\lambda_1''$ , el cual relaciona las pérdidas en las pantallas con las pérdidas de los conductores. Así pues, las pérdidas de potencia en la pantalla de un determinado cable  $W_p$  se obtendrán de la siguiente forma:

$$W_p = \lambda_1'' \cdot W_c$$

### 1.7.3 PÉRDIDAS DE POTENCIA EN EL AISLAMIENTO

Las pérdidas dieléctricas se dan en el material dieléctrico o aislamiento del cable y se producen al someter al cable a un campo eléctrico.

Si se establece una analogía entre un condensador y el sistema conductor – aislamiento – pantalla del cable aislado, las pérdidas activas generadas en el seno del aislamiento o pérdidas dieléctricas por unidad de longitud y en cada fase vienen dadas por:

$$W_d = 2\pi f \cdot C \cdot U_0^2 \cdot \tan \delta \text{ W/m}$$

Siendo:

- $\tan \delta$  Factor de pérdidas del aislamiento a la frecuencia y temperatura de servicio.
- C Capacidad [F/m]
- $U_0$  Tensión respecto a tierra.
- f Frecuencia de la red.

### 1.7.4 PÉRDIDAS DE POTENCIA TOTALES

En la siguiente tabla se resumen los valores de pérdidas de potencia obtenidos para los cables y en la disposición definida de las líneas del proyecto. Se valoran las pérdidas para la potencia máxima de la instalación.

Los valores concretos para esta instalación son:

Losses					
Wc	Conductor Losses	[W/m]	1,39465	1,39465	1,39227
Wd	Dielectric Losses	[W/m]	4,35195	4,35195	4,35195
Ws	Metallic Screen Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Wa	Armor/Pipe Losses	[W/m]	0,0	0,0	0,0
Wt	Total Losses	[W/m]	5,7466	5,7466	5,74422

## 1.8 CAÍDA DE TENSIÓN

Para comprobar que la caída de tensión en los cables no supera los límites recomendados se establece la caída de tensión por resistencia y reactancia de la línea (despreciando la influencia capacitiva), viene dada por la expresión:

$$e(\%) = \frac{100 \cdot (R_k + X_k \cdot \tan \phi) \cdot P_{act} \cdot L}{U^2}$$

Siendo:

- e (%): es la caída de tensión en tanto por ciento
- L: longitud de la línea en km
- P: Potencia activa del circuito.
- R: resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$
- X: reactancia de la línea en  $\Omega/\text{km}$
- $\tan\phi$ : 0,3

La caída de tensión será:

Description	Unit	Cable No.1	Cable No.2	Cable No.3
<b>Cable Equipment ID</b>		<b>500MM_220KV</b>	<b>500MM_220KV</b>	<b>500MM_220KV</b>
Voltage drop for Three Phase System	[V/A/km]	0,22585	0,22585	0,22566

Tramo Subterráneos	Longitud (km)	Caída de tensión	
		(e)	(%)
1	0.050	5 V	0,00226

## 1.9 TENSIÓN INDUCIDA EN LAS PANTALLAS METÁLICAS

Durante el funcionamiento de un circuito se inducen en las pantallas de los conductores unas tensiones que, dependiendo del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas, pueden originar dos fenómenos distintos:

- aparecen corrientes inducidas que disminuyen la capacidad de transporte del conductor.
- aparecen tensiones inducidas que pueden alcanzar valores peligrosos para la seguridad de personas o valores capaces de dañar los materiales de la instalación o reducir la vida útil de los mismos.

La elección del sistema de conexión de puesta a tierra de las pantallas se realizará y justificará en cada caso atendiendo a las características de la instalación y de los efectos que las tensiones inducidas pueden provocar en la instalación. Las principales funciones del sistema de conexión de puesta a tierra serán:

- Eliminar o reducir corrientes de circulación por las pantallas debidas a un acoplamiento inductivo con la corriente que pasa por los cables, evitando así pérdidas de potencia activa.
- Reducir las tensiones inducidas entre las pantallas de los cables y tierra, tanto en régimen permanente como en cortocircuito. Las sobretensiones inducidas durante cortocircuitos pueden provocar averías en los cables, principalmente en los empalmes, terminales y en las cajas de conexiones que se utilizan para la transposición de pantallas, así como la perforación del aislamiento de la cubierta.

En condiciones de funcionamiento normal de las líneas se aceptarán como máximo unas tensiones inducidas entre las pantallas y tierra de 65 V, ya que las conexiones de las pantallas a tierra, y los cruces de las pantallas se ubican en cajas metálicas puestas a tierra.

### 1.9.1 TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN SERVICIO PERMANENTE A PLENA CARGA.

La tensión inducida pantalla-tierra, por metro de cable, en servicio permanente a plena carga viene dada por la expresión:

$$E = I \cdot \left[ 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot S}{d} \right) \right] \{V/m\}$$

Donde:

- I: Intensidad en régimen permanente de servicio de la línea.
- S: Distancia entre fases
- d: Diámetro medio de la pantalla metálica.
- $\omega$ : Pulsación de corriente ( $2 \pi f$  rad/s)

Tramo Subterráneos	Longitud total (km)	Tensión inducida en servicio permanente	
		E(V/m)	Tramo máximo (kV)
1	0,050	0.093	0.0046

Como puede observarse en el punto más alejado de la puesta a tierra adquiere un valor inferior a los 65 V en servicio permanente.

### 1.9.2 TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO TRIFÁSICO

La tensión inducida pantalla-tierra, por metro de cable, en caso de cortocircuito trifásico viene dada por la expresión:

$$E = I_{cc} \cdot \left[ 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \cdot \ln \left( \frac{2 \cdot S}{d} \right) \right]$$

Donde:

- $I_{cc}$ : Intensidad de cortocircuito trifásico pantalla considerado (8 kA).
- S: Distancia entre fases
- d: Diámetro medio de la pantalla metálica.
- $\omega$ : Pulsación de corriente ( $2 \pi f$  rad/s)

Tramo Subterráneos	Longitud total (km)	Tensión inducida en cortocircuito	
		E(V/m)	Tramo máximo (kV)
1	0.05	0.515	0,0257

### 1.9.3 TENSIÓN INDUCIDA PANTALLA-TIERRA EN CORTOCIRCUITO MONOFÁSICO

En este caso dependerá del tipo de conexionado de las pantallas de los conductores a tierra, en función de si es single Point o Cross Bonding.

- Tramo 1. Sistema Single Point

En este caso, la corriente de defecto en caso de cortocircuito monofásico circulará por el cable de acompañamiento. La tensión inducida pantalla-tierra, por metro de cable, en el caso de cortocircuito monofásico viene dada por la expresión:

$$E_{3SP} = I_{cc} \cdot \sqrt{R_s^2 + \left( 2 \cdot \omega \cdot 10^{-7} \ln \left( \frac{2S_{fc}^2}{d \cdot r} \right) \right)^2}$$

Donde:

- $I_{cc}$  = Intensidad de cortocircuito monofásico (consideramos 7,9 kA)
- $S_{fc}$  = Distancia entre la fase más alejada y el cable de tierra
- $d$  = Diámetro medio de la pantalla metálica
- $R_s$  = Resistencia del cable de puesta a tierra (cable 300 mm<sup>2</sup> de sección): 0.0641Ω/km
- $\omega$  = Pulsación de corriente (2πf rad/s)
- $r$  = radio geométrico del cable de puesta a tierra (0,75\*rc)
- $rc$  = radio del cable de puesta a tierra.(14,75mm)

Tramo Subterráneos	Longitud total (km)	Tensión inducida en cortocircuito	
		E(V/m)	Tramo máximo (kV)
1	0,05	2,91	0,145

### 1.10 DESCARGADORES DE TENSIONES

La tensión de servicio continuo soportada por los descargadores de tensiones, así como la tensión soportada por la cubierta serán superiores a la sobretensión temporal entre pantalla y tierra que se produzca en caso de cortocircuito.

Su valor no depende de la tensión más elevada de la red, sino del valor de la intensidad de cortocircuito y el tipo de cortocircuito, de la longitud total del tramo subterráneo, del tipo de falta y de la tensión inducida por amperio de intensidad de cortocircuito según la separación y distribución de los conductores.

Especificando un valor máximo a frecuencia industrial para la tensión de servicio continuo del descargador y para el aislamiento de la cubierta se puede comprobar, en función de la magnitud de la intensidad de cortocircuito a tierra, si para una cierta longitud de cada tramo de cable no se sobrepasan las tensiones soportadas especificadas.

Es importante destacar que para las faltas monofásicas a tierra la tensión pantalla-tierra aumenta con la longitud del tramo estudiado, pero no de forma lineal, ya que depende muy fuertemente de los valores de las resistencias de puesta a tierra en los extremos del tramo.

Los conductores de conexión entre las pantallas y la caja serán coaxiales para que la impedancia característica sea pequeña y por lo tanto limitar el efecto de amplificación de la sobretensión transitoria del rayo. Se recomienda que su longitud sea lo más corta posible y nunca superior a 10 m, para mejorar la efectividad de los descargadores de tensiones y asegurar que el nivel de aislamiento asignado a los materiales.

**ANEXO A**  
**VD04594-23A**

La conexión se realizará mediante descargadores de tensiones conectados en estrella con el neutro conectado rígidamente a tierra. La caja será metálica con una conexión específica para su puesta a tierra.

Los descargadores de tensiones a emplear serán de tipo óxido de zinc (ZnO) y actuarán como limitadores de tensión de las pantallas de cables.

Dado que en régimen de servicio continuo se ha limitado la tensión máxima fase-tierra de pantalla a 30,38 V, la selección de los descargadores de tensiones vendrá determinada por las sobretensiones aparecidas en caso de cortocircuito pasante, tanto en su régimen transitorio como en su régimen permanente.

### 1.10.1 SELECCIÓN DE LIMITADORES DE TENSIÓN.

El cálculo de los limitadores de tensión en las pantallas, se llevará a cabo conforme a la “Guía de Dimensionamiento de los Limitadores de Tensión en Pantallas (LTP’s) de las Líneas Subterráneas” Ed.1 (08/08/2017) Referencia: REE/NORM/2017/35, garantizándose, en cualquier caso, que los valores umbrales se encuentren por debajo de los máximos admisibles especificados en el Apdo. 5.5 de la misma:

Tipo de accesorio	Tipo de cable de conexión de pantallas	Tipo de conexionado de pantallas	Tensión Nominal U <sub>n</sub> (kV)	Longitud cable conexión de pantallas (m)	Tensión asignada LTP. Ur (kV)							
					3	5	6	7,5	9	10		
Empalme	Cable concéntrico	Cross-bonding	220	L≤10m	No normalizado por REE	X	X					
				L≤7m		X	X	X				
			132	L≤10m		X						
				L≤6,5m		X	X					
			66	L≤10m		X						
				L≤5,5m		X						
		Single-Point	220	L≤10m		No normalizado por REE	X	X	X	X		
				L≤7m			X	X	X	X	X	
			132	L≤10m			X	X	X	X		
				L≤6,5m			X	X	X	X	X	
66	L≤10m	X	X	X								
	L≤5,5m	X	X	X	X							
Terminal GIS	Cable unipolar	Single-Point	220	L≤4m L'≤2m	X							
			132	L≤4m L'≤2m	X		X					
			66	L≤4m L'≤2m	X		X	X				
Terminal exterior en soporte	Cable unipolar	Single-Point	220	L≤4m L'≤2m	X		X	X	X			
			132	L≤4m L'≤2m	X	X	X	X				
			66	L≤4m L'≤2m	X	X	X	X				
Terminal exterior en apoyo PAS	Cable unipolar	Single-Point	220	L≤4m L'≤5m	X	X	X					
			132	L≤4m L'≤5m	X	X	X					
			66	L≤4m L'≤5m	X	X	X					

La elección de los limitadores de sobretensiones se debe realizar en base a los criterios siguientes:

- a) La tensión asignada del limitador Ur (valor eficaz de la tensión de 50 Hz que el limitador es capaz de soportar durante 10 segundos) ha de ser superior al mayor de los valores de sobretensiones obtenidas.
- b) El margen de protección MP, obtenido para un limitador de tensión asignada dada Ur ha de ser suficiente ( $MP \geq 15\%$ , según UNE-EN 60071-2 sobre Coordinación de Aislamiento).

c) Este margen de protección se obtiene de la expresión siguiente:

$$MP = \frac{NA - NP}{NP} \times 100$$

Siendo:

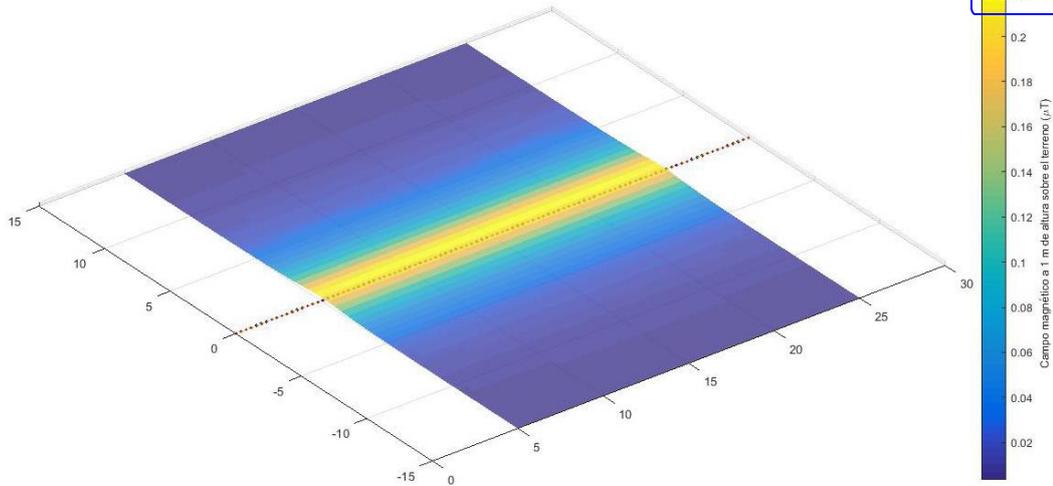
- MP: Margen de protección (%)
  - NA: Nivel de aislamiento (kV)
  - NP: Nivel de protección (kV)
- d) El nivel de aislamiento NA, establecemos como mínimo de 20 kV según las mínimas exigencias necesarias para el aislamiento entre la cubierta y el exterior. No obstante, a efectos prácticos, conviene considerar un nivel de aislamiento inferior, con el fin de tener en cuenta las imperfecciones que existan en los aislamientos una vez montados en campo.
- e) El nivel de protección NP, depende de la tensión asignada del limitador  $U_r$  y del fabricante del mismo. Este nivel de protección varía normalmente entre 2,5 veces y 3 veces la tensión asignada:  $NP = (2,5 \div 3) \times U_r$ . Este nivel de protección NP debe ser incrementado, no obstante, para tener en cuenta las sobretensiones adicionales debidas a las conexiones entre las pantallas de los cables y los limitadores de sobretensiones.
- f) En caso de no cumplirse la condición anterior ( $MP < 15\%$ ), cabe la posibilidad de elegir un limitador de sobretensiones, con una tensión asignada  $U_r$  inferior, considerando la tensión de 50 Hz que es capaz de soportar durante 1 segundo. Esta tensión, aunque depende del fabricante, suele ser un 20% superior a la tensión asignada  $U_r$ .
- g) Siempre que se cumpla el nivel de aislamiento requerido (criterio "b") y la tensión asignada del limitador  $U_r$  cumpla el criterio "a", conviene elegir el limitador de sobretensiones con mayor  $U_r$  posible, de modo que sea válido para incrementos futuros de las corrientes de cortocircuitos.

Línea (Tramo)	$U_r$ (kV)	NA (kV)	NP (kV)	MP (%)
Línea 220 kV	6	25	15	66 > 15 %

### 1.11 CÁLCULO DEL CAMPO MAGNÉTICO

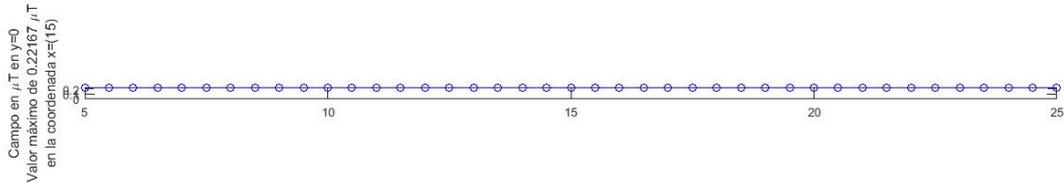
En el siguiente apartado se va a calcular el campo magnético. Para ello consideraremos un tramo recto de 30 m de longitud y realizaremos el estudio de campos magnéticos a un metro de la superficie en el estado de máxima carga alcanzable.

El siguiente gráfico representa una modelización en 3 D del resultado del cálculo.



Y en este grafico se representa un corte a lo largo del eje Y:

El valor máximo que arroja la simulación es de 0,22167 µT.



Como conclusión de la simulación y cálculo realizado del campo magnético generado por la actividad de la instalación eléctrica del proyecto, en las condiciones más desfavorables de funcionamiento (hipótesis de carga máxima realizable), se obtiene que los valores de radiación emitidos están muy por debajo de los valores límite recomendados, esto es, 100 µT para el campo magnético a la frecuencia de la red, 50Hz.

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº.Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº : VD02630-23A  
DE FECHA : 14/6/23  
**E-VISADO**

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

## DOCUMENTO 2. PLANOS

	<p style="text-align: center;">ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  GRADO 220 kV  T.M. EL GRADO (HUESCA)</p>	<p style="text-align: center;">  </p>
--	---	---

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

## ÍNDICE

GRA2-GRA-IGI-PLN-1000\_SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO

GRA2-GRA-IGI-PLN-1002\_IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO

GRA2-GRA-IGI-PLN-1004\_PLANTA GENERAL

GRA2-GRA-IGI-PLN-1005\_SECCIÓN TIPO DE ZANJA

GRA2-GRA-IGI-PLN-1008\_EDIFICIO GIS. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS Y SECCIÓN

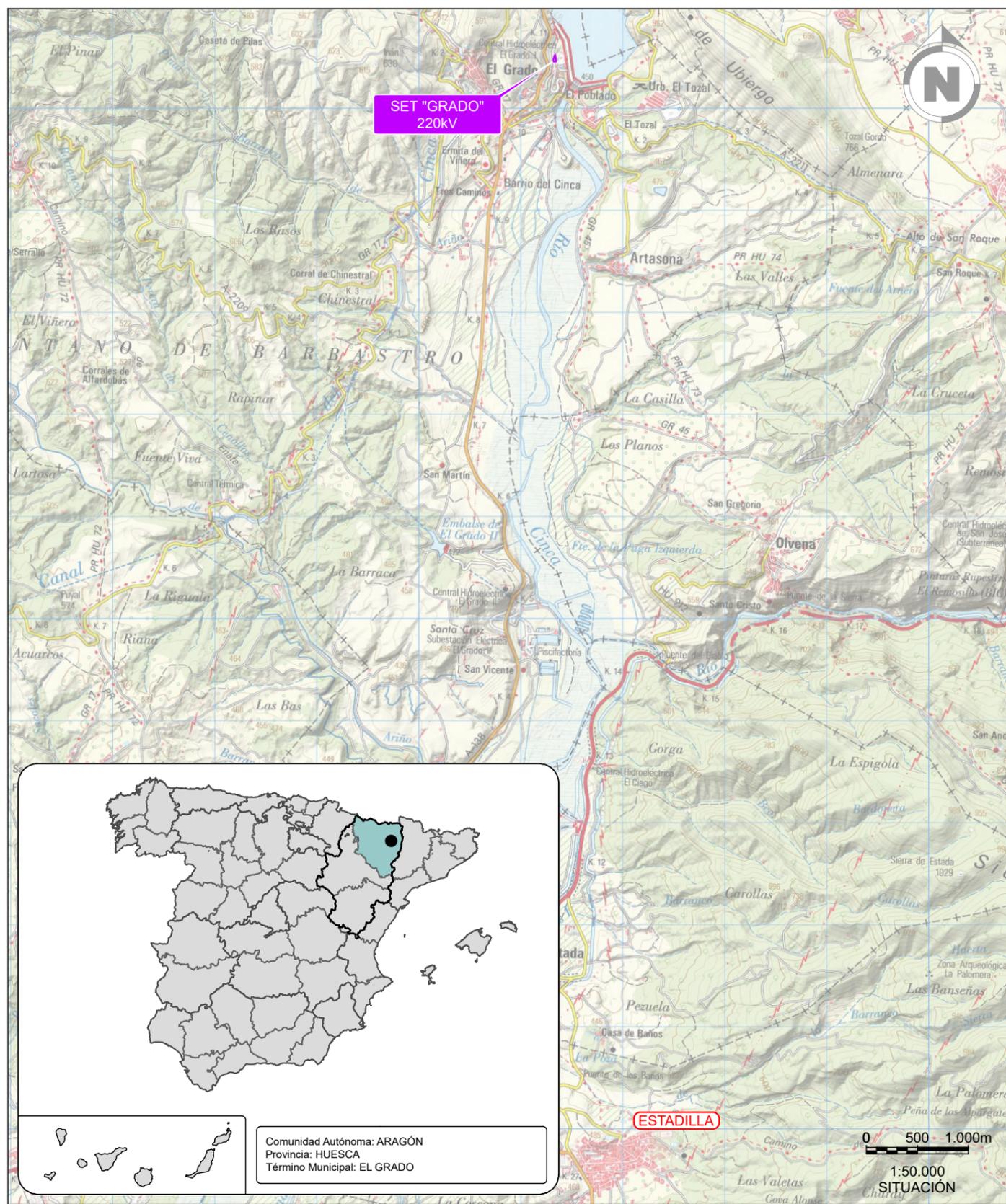
GRA2-GRA-IGI-SLD-1000\_ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO

GRA2-GRA-IGI-SLD-1001\_UNIFILAR PROTECCIÓN Y MEDIDA

GRA2-GRA-IGI-SLD-1002\_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA

GRA2-GRA-IGI-SLD-1003\_ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA

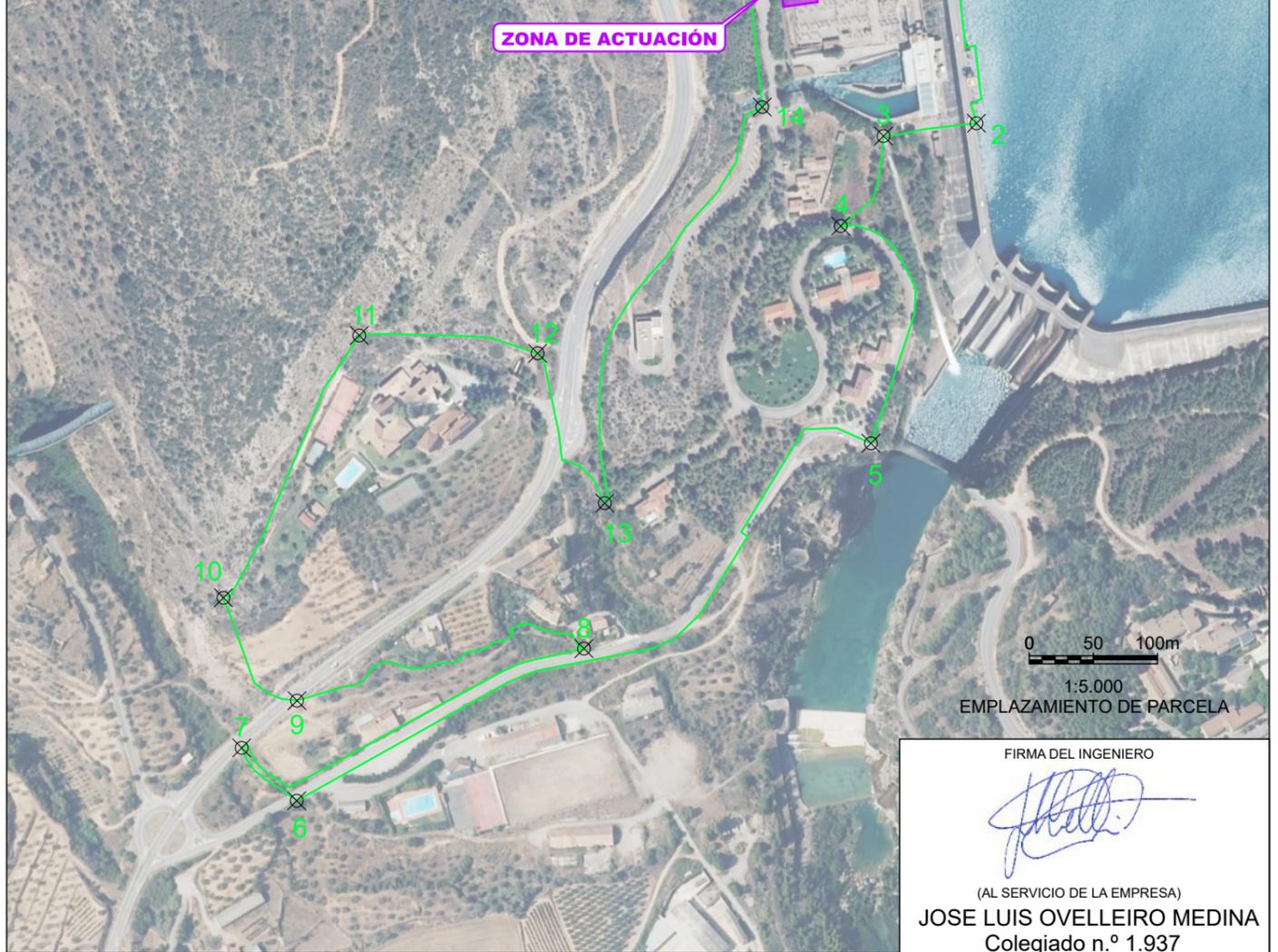
GRA2-GRA-IGI-SLD-1004\_COMUNICACIÓN. SISTEMA DE MEDIDA



SUBESTACIÓN GRADO 220kV	
COMUNIDAD AUTÓNOMA	ARAGÓN
PROVINCIA	HUESCA
TÉRMINO MUNICIPAL	EL GRADO
POLÍGONO	2
PARCELA	9.000
REFERENCIA CATASTRAL	22161A00209000

COORDENADAS PARCELA		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº PUNTO	COORDENADA X	COORDENADA Y
1	271.348	4.670.843
2	271.490	4.670.374
3	271.417	4.670.364
4	271.384	4.670.294
5	271.407	4.670.125
6	270.959	4.669.846
7	270.916	4.669.887
8	271.183	4.669.965
9	270.960	4.669.924
10	270.902	4.670.004
11	271.008	4.670.209
12	271.147	4.670.195
13	271.208	4.670.078
14	271.323	4.670.387
15	271.353	4.670.703

COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº. : VD02630-23A  
DE FECHA : 14/6/23  
**E-VISADO**  
ANEXO A  
VD04594-22A



					CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
					ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS SITUACIÓN Y EMPLAZAMIENTO			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023	ESCALA: INDICADAS	FECHA: 26-05-2023	Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-PLN-1000	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:	TAMAÑO: A3					



Documento original depositado en los archivos del Colegio Oficial de Ingenieros Industriales de Aragón y La Rioja con Reg. Entrada nº RG03300-23 y VISADO electrónico VD02630-23A de 14/06/2023. CSV = FVYANQP5L84Q8MD verificable en https://coiarr.e-gestion.es



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OBJETO DEL ANEXO

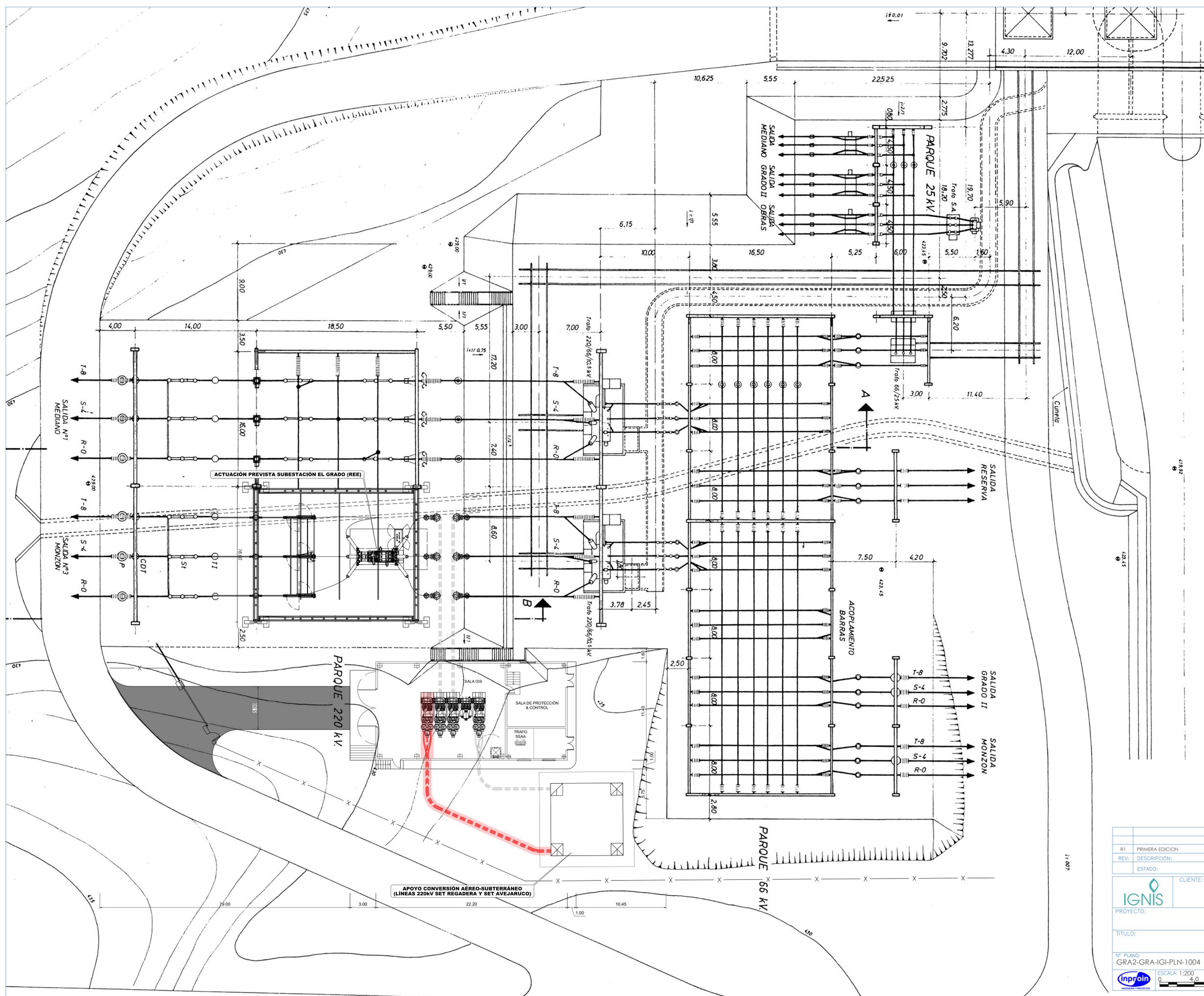
SUBESTACIÓN EL GRADO. T.M. DE EL GRADO (HUESCA)		
PARQUE 220kV		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
A	271.357	4.670.533
B	271.394	4.670.538
C	271.402	4.670.480
D	271.365	4.670.475

SUBESTACIÓN EL GRADO. T.M. DE EL GRADO (HUESCA)		
ZONA DE ACTUACIÓN		
COORDENADAS U.T.M. (HUSO 31 - ETRS89)		
Nº VERTICE	COORDENADA X	COORDENADA Y
V1	271.357	4.670.533
V2	271.366	4.670.469
V3	271.339	4.670.465
V4	271.336	4.670.488

FIRMA DEL INGENIERO  
  
 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO:	ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO:	ESTUDIOS Y PROYECTOS IMPLANTACIÓN SOBRE ORTOFOTO			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023	ESCALA: 1:1.000	TAMAÑO: A3	FECHA: 26-05-2023	Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-PLN-1002	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1	
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:								



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Red Box]	OBJETO DEL ANEXO

FIRMA DEL INGENIERO

AL SERVICIO DE LA EMPRESA  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

R1	PRIMERA EDICIÓN	GFP	JRA	JLO	26-05-2023
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			

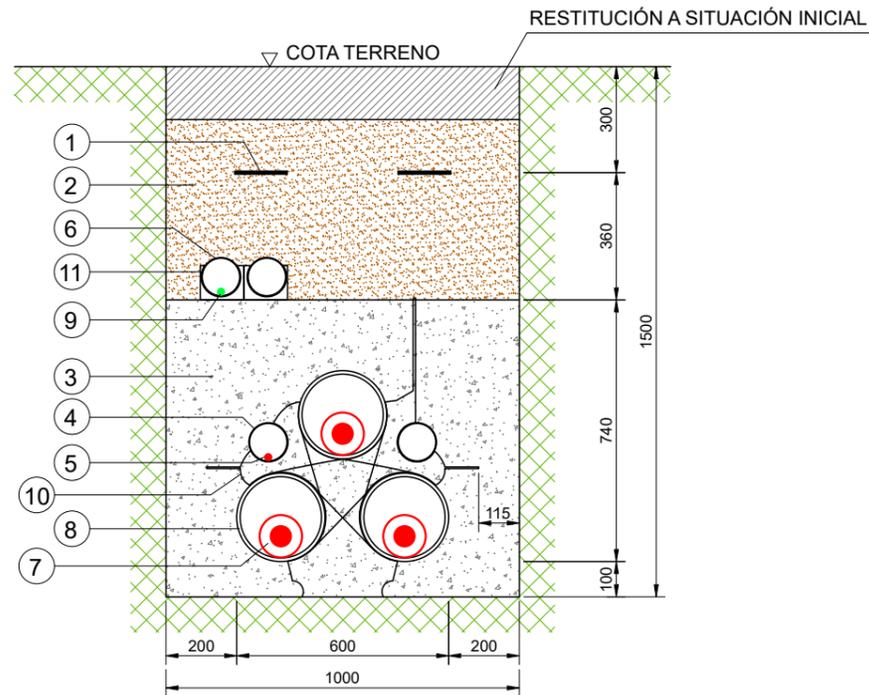
PROYECTO: ST GRADO 220 KV  
 NUDO EL GRADO 220 KV  
 TÍTULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS  
 PLANTA GENERAL

Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-PLN-1004  
 ESCALA: 1:200  
 FECHA: 26-05-2023  
 DIBUJADO: I GFP  
 REVISADO: JRA  
 APROBADO: JLO

TAM: A1  
 HOJA: 1  
 SIGUE: -  
 REVISIÓN: R1

ESCALA: 1:200  
 0 4,0 8,0 m

**ZANJA TIPO (1 LINEA 220kV SET AVEJARUCO)**



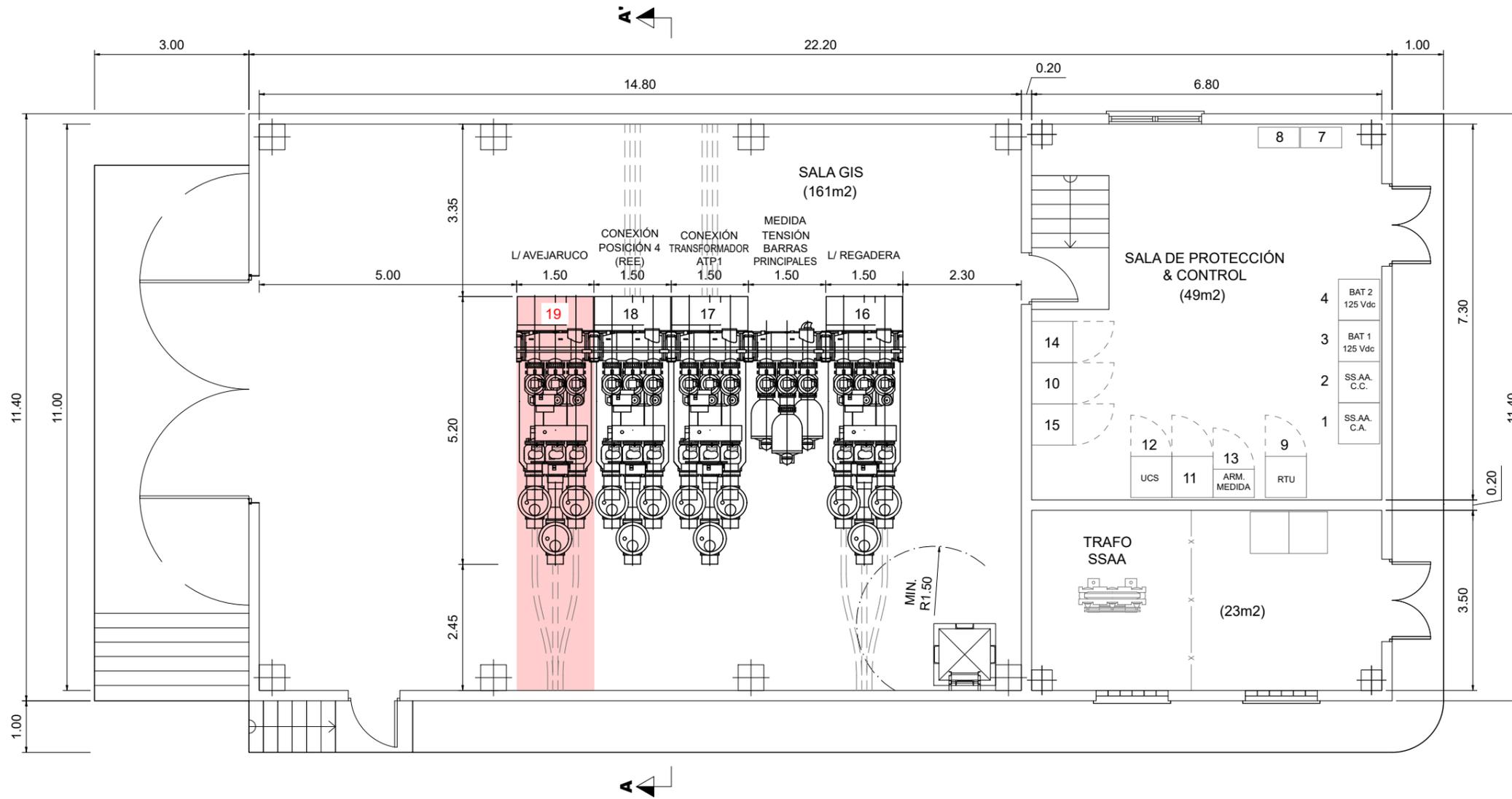
LEYENDA	
NÚMERO	DESCRIPCIÓN
1	CINTA SEÑALIZADORA 150mm
2	TIERRA SELECCIONADA DE EXCAVACIÓN
3	HORMIGON HNE-15
4	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 110mmØ
5	CABLE DE ENLACE DE TIERRA
6	TUBO P.E. 110mmØ COMUNICACIONES
7	CABLE AISLADO SUBTERRÁNEO 127/220 kV
8	TUBO DE PE-A.D. DOBLE PARED CORRUGADO DE 250mmØ
9	CABLE DE FIBRA ÓPTICA COMUNICACIÓN SET AVEJARUCO
10	SEPARADOR 3Ø250 + 2Ø110
11	SEPARADOR 2Ø110

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
Colegiado n.º 1.937

						 INGENIERIA Y PROYECTOS	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO:	ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO:	ESTUDIOS Y PROYECTOS SECCIÓN TIPO DE ZANJA			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023	 INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: 1:20 0 0,4 0,8 m	TAMAÑO: A3	FECHA: 26-05-2023	Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-PLN-1005	HOJA: 1	SIGUE: -	REVISION: R1	
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:									



LEYENDA		
POS.	CANT.	DESCRIPCIÓN
1	1	CUADRO PRINCIPAL 400/230V DE CORRIENTE ALTERNA
2	1	CUADRO PRINCIPAL 125V DE CORRIENTE CONTINUA
3	1	ARMARIO 1 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
4	1	ARMARIO 2 RECTIFICADOR BAT. + BATERIAS 125Vcc
7	1	CUADRO CLIMATIZACION EDIFICIO GIS
8	1	CUADRO ALUMBRADO EDIFICIO GIS
9	1	ARMARIO COMUNICACIONES
10	1	ARMARIO RACK SEGURIDAD
11	1	REPARTIDOR DE F.O.
12	1	ARMARIO U.C.S. EQUIPO GIS
13	1	CONTADORES MEDIDA GLOBAL PRINCIPAL Y REDUNDANTE
14	1	ARMARIO DE CONTROL DE ALARMAS
15	1	ARMARIO PROTECCIÓN DIFERENCIAL DE BARRAS
16	1	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN POSICIÓN LA REGADERA
17	1	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN CONEXIÓN TRANSFORMADOR ATP1
18	1	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN CONEXIÓN POSICIÓN 4 (REE)
19	1	SISTEMA DE CONTROL Y PROTECCIÓN POSICIÓN AVEJARUCO

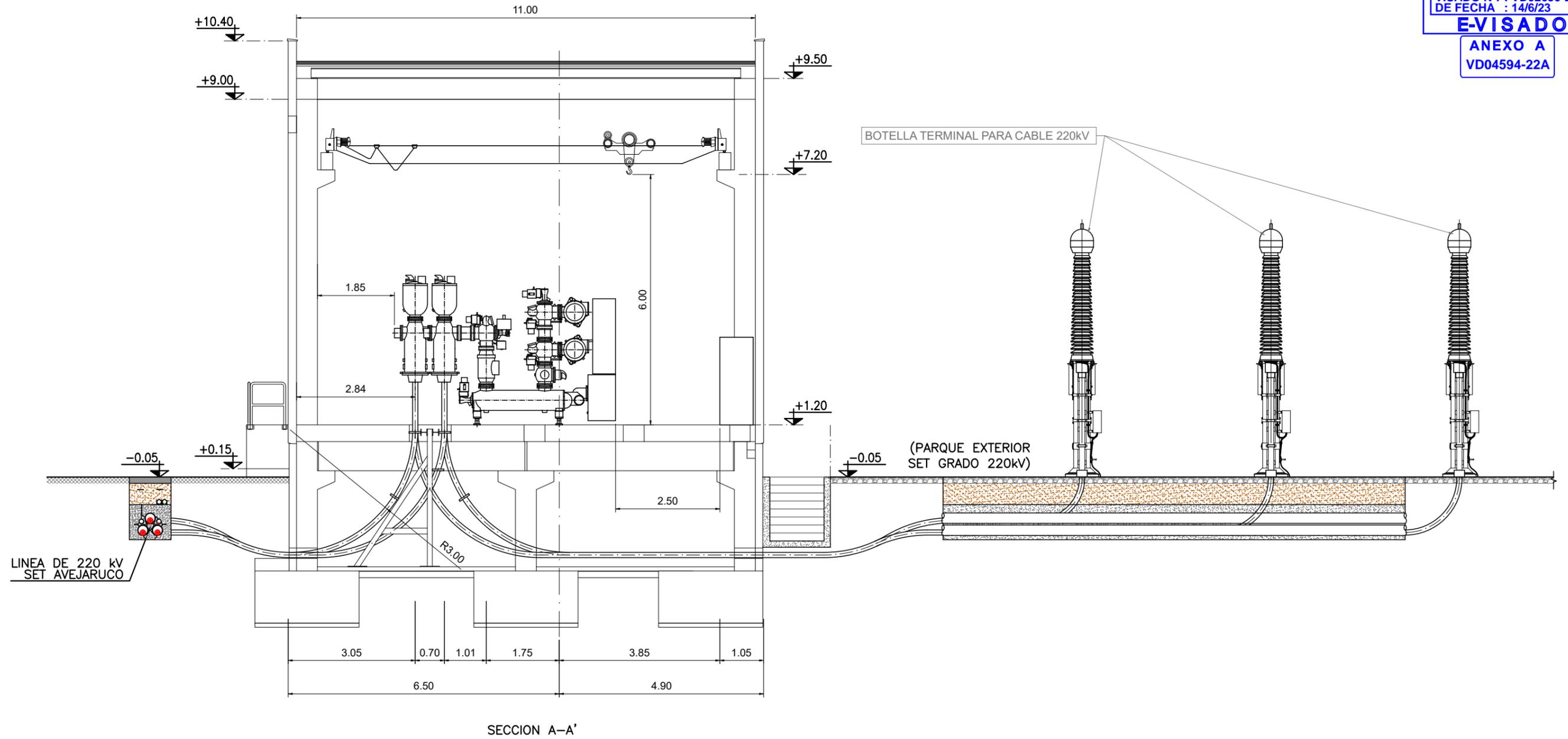
LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OBJETO DEL ANEXO

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
Colegiado n.º 1.937

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023		CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO:	ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV		
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO:	ESTUDIOS Y PROYECTOS EDIFICIO GIS. DISTRIBUCIÓN DE EQUIPOS		
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:		ESCALA: 1:100 	TAMAÑO: A3	FECHA: 26-05-2023	Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-PLN-1008	HOJA: 1	SIGUE: 2	REVISION: R1



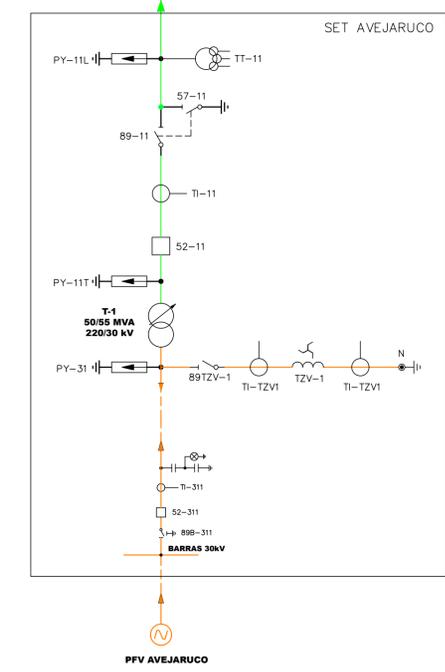
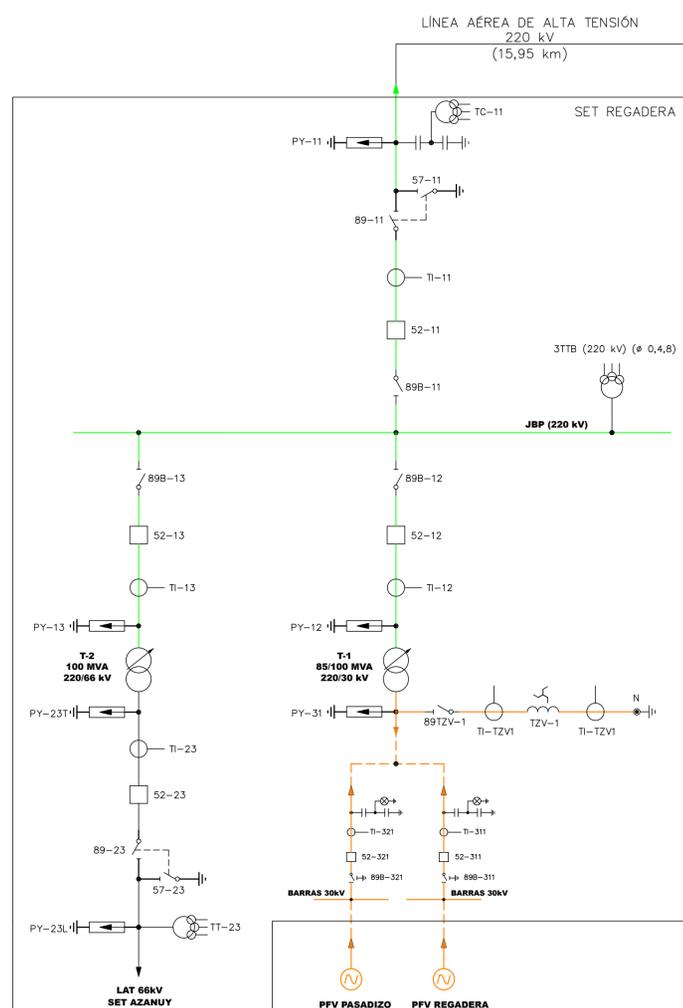
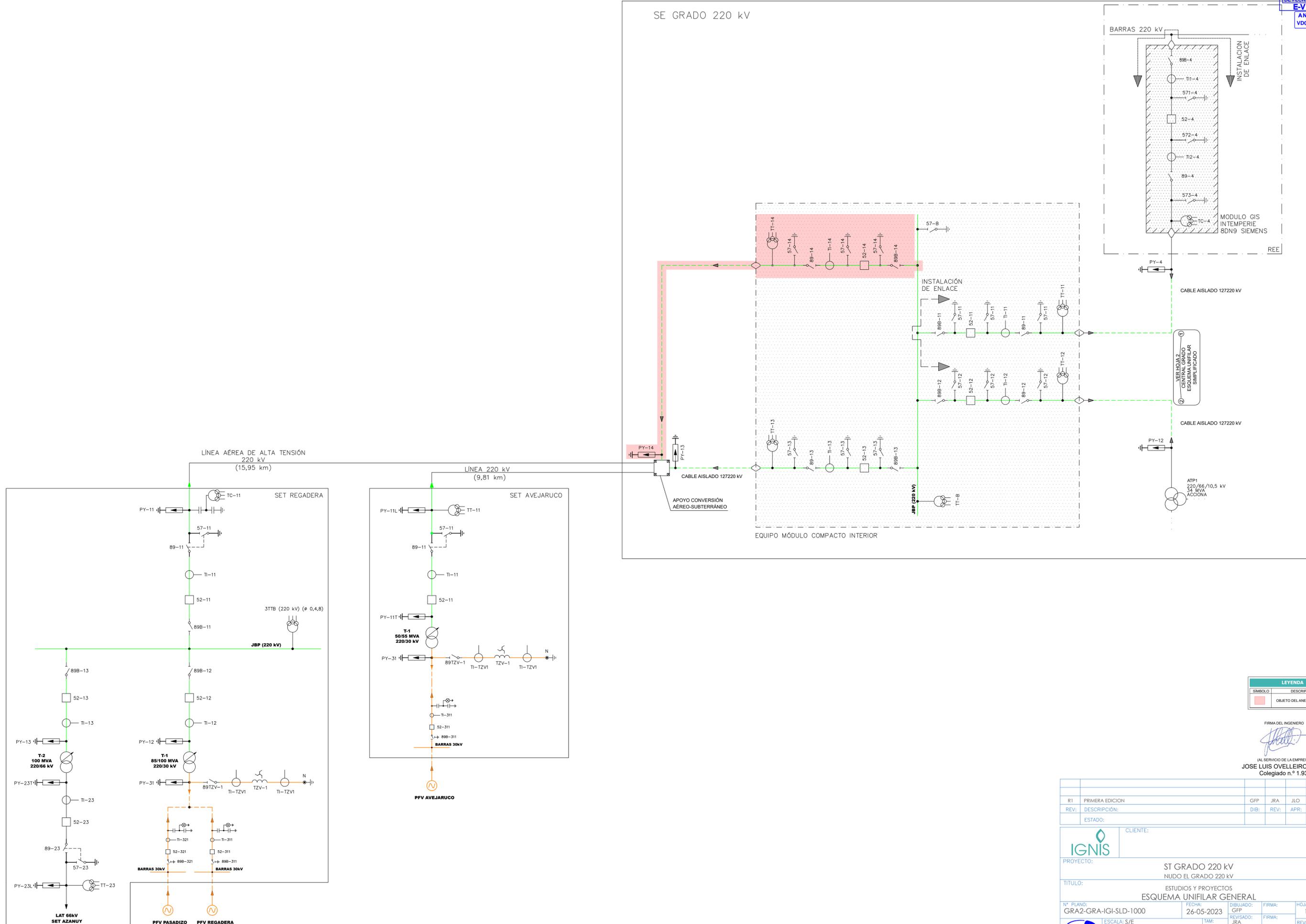
FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)

JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

						 <b>IGNIS</b>	CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
							ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS EDIFICIO GIS. SECCIÓN		
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023	 <b>inproin</b> INGENIERIA Y PROYECTOS	ESCALA: 1:100	TAMAÑO:	FECHA:	Nº PLANO:	HOJA:	SIGUE:	REVISION:
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:		 0 2,0 4,0 m	A3	26-05-2023	GRA2-GRA-IGI-PLN-1008	2	-	R1

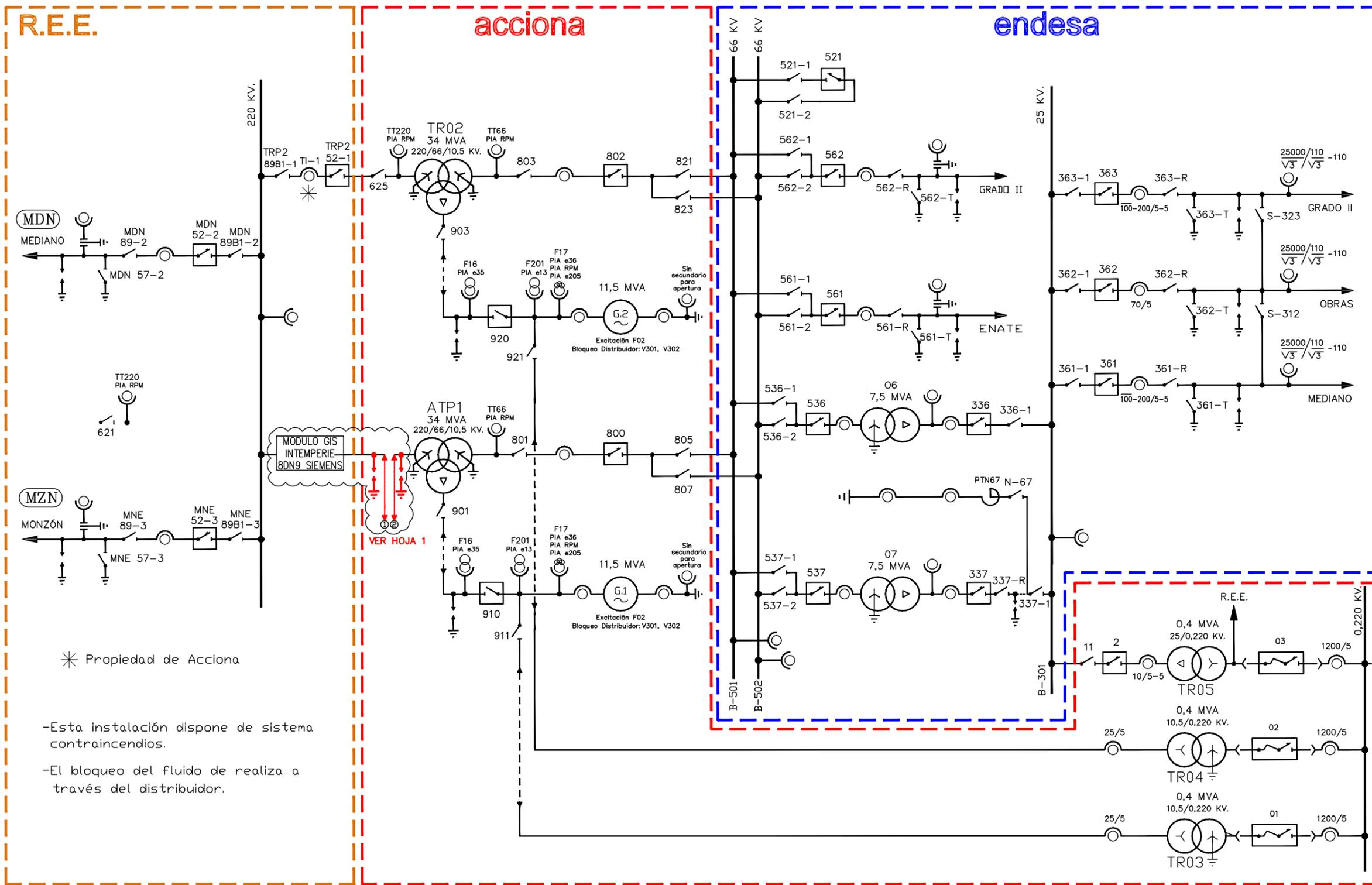
SE GRADO 220 kV



LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
[Red Box]	OBJETO DEL ANEXO

FIRMA DEL INGENIERO  
  
 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:		CLIENTE:			
PROYECTO:		ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TÍTULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS ESQUEMA UNIFILAR GENERAL			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HÓJA:	SIGUE:
GRA2-GRA-IGI-SLD-1000	26-05-2023	GFP	JRA	1	2
ESCALA: S/E	TAM:	REVISADO:	FIRMA:	REVISIÓN:	
	A1	JRA	JLO	R1	



\* Propiedad de Acciona

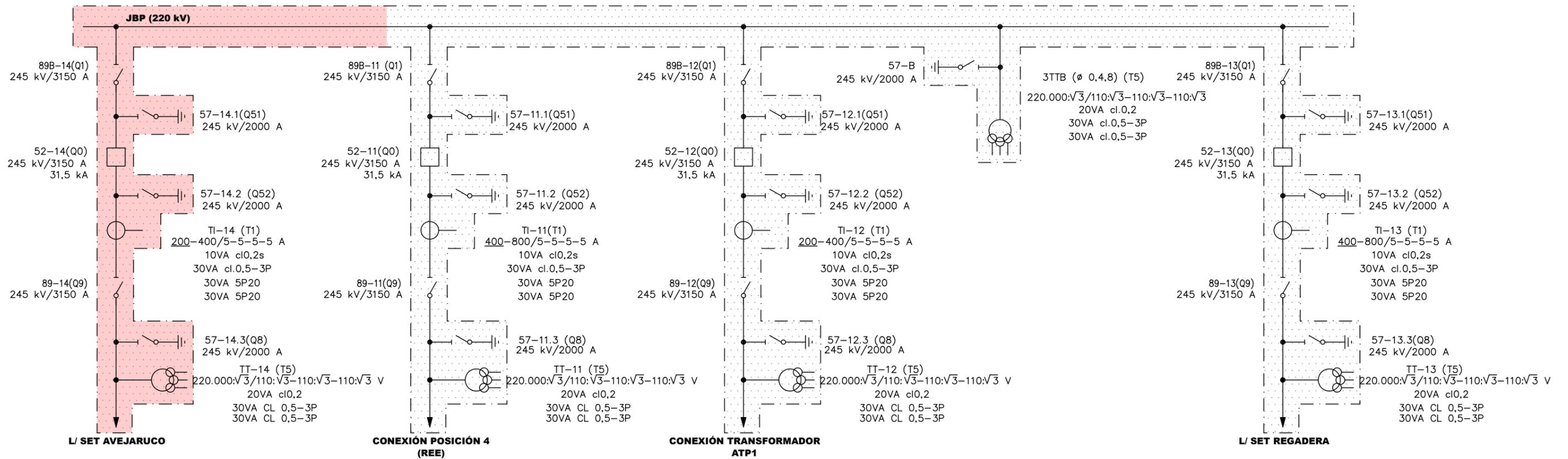
-Esta instalación dispone de sistema contraincendios.

-El bloqueo del fluido de realiza a través del distribuidor.

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
 JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado n.º 1.937

						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023	ESCALA: S/E	TAMAÑO: A3	FECHA: 26-05-2023	Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-SLD-1000	HOJA: 2	SIGUE: 3	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:							



**CODIFICACIÓN ELEMENTOS**

XX-XX  
 Nº POSICIÓN  
 NIVEL DE TENSIÓN  
 CÓDIGO ELEMENTO

**CÓDIGO ELEMENTOS**  
 52: INTERRUPTOR AUTOMÁTICO.  
 89: SECCIONADOR.  
 57: SECCIONADOR PAT.  
 TI: TRANSFORMADOR DE INTENSIDAD.  
 TT: TRANSFORMADOR DE TENSIÓN.  
 PY: PARARRAYOS AUTOVÁLVULA.

**NIVEL DE TENSIÓN**  
 1: 220 kV.

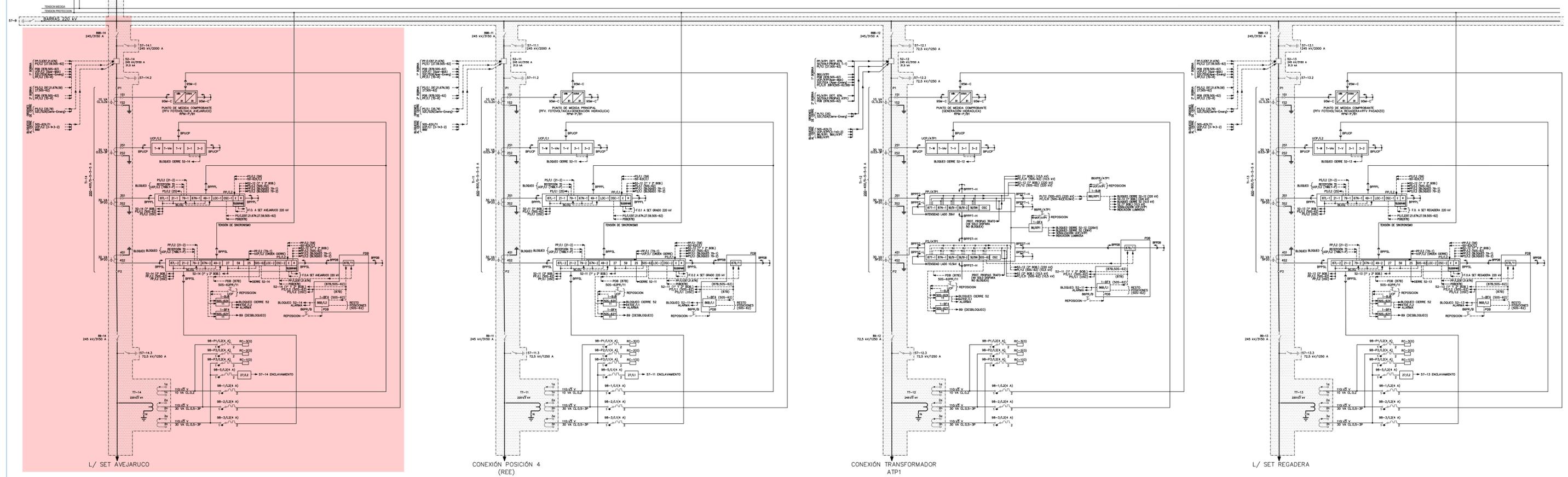
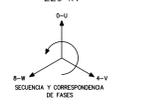
**Nº DE POSICIÓN**  
 1: POSICIÓN CONEXIÓN POSICIÓN 4 REE.  
 2: POSICIÓN CONEXIÓN TRANSFORMADOR ATP1.  
 3: POSICIÓN LÍNEA SET REGADERA.  
 4: POSICIÓN LÍNEA SET AVEJARUCO.

— NIVEL DE TENSIÓN 220 kV

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OBJETO DEL ANEXO

FIRMA DEL INGENIERO  
  
 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

 						CLIENTE:	DIBUJADO: GFP	FIRMA:	PROYECTO: ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
						ESTADO:	REVISADO: JRA	FIRMA:	TÍTULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO GIS			
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023	ESCALA: S/E	FECHA: 26-05-2023	TAMAÑO: A3	Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-SLD-1000	HOJA: 3	SIGUE: -	REVISION: R1
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:							



LEYENDA DE FUNCIONES DE PROTECCION			
3	SUPERVISION DE ROTINA	BBPR	PULSADOR X
21	PROTECCION DE DISTANCIA	UCP	UNIDAD DE CONTROL DE POSICION
25	COMPROBACION DE SINCRONISMO	PKX	PROTECCION X
25AB	SINCRONISMO - TELEOPERADOR	OSC	OSCOLOGRAFIA
27	SUBTENSION DE FASES	LOC	LOCALIZADOR DE FALTAS
49	IMAGEN TERMICA	I	INTENSIDAD (Telemedida)
50	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE FASES	LI	TENSION (Telemedida)
50N	SOBREINTENSIDAD INSTANTANEA DE NEUTRO	P	POTENCIA ACTIVA (Telemedida)
51	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE FASES	Q	POTENCIA REACTIVA (Telemedida)
51N	SOBREINTENSIDAD TEMPORIZADA DE NEUTRO	QSp	FACTOR DE POTENCIA (Telemedida)
505-62	FALLO INTERRUPTOR	I	FRECUENCIA (Telemedida)
59	SOBRETENSION DE FASES	MANDO	MANDO
64	SOBRETENSION DE TIERRA	WH	ENERGIA ACTIVA
67N	DIRECCIONAL DE NEUTRO	WRN	ENERGIA REACTIVA
79	REDESIGNADOR	MODEM	EQUIPO DE COMUNICACIONES
81	FRECUENCIA	S05-62X	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR
86F1	DISPARO - ENCLAVAMIENTO FALLO INTERRUPTOR		
86B	DISPARO - ENCLAVAMIENTO BARRAS		
87	PROTECCION DIFERENCIAL		
94	RELE DE DISPARO (TELEDISPARO)		
95P	BLOQUE DE PRUEBAS		
98	MAGNETOTERMICO		

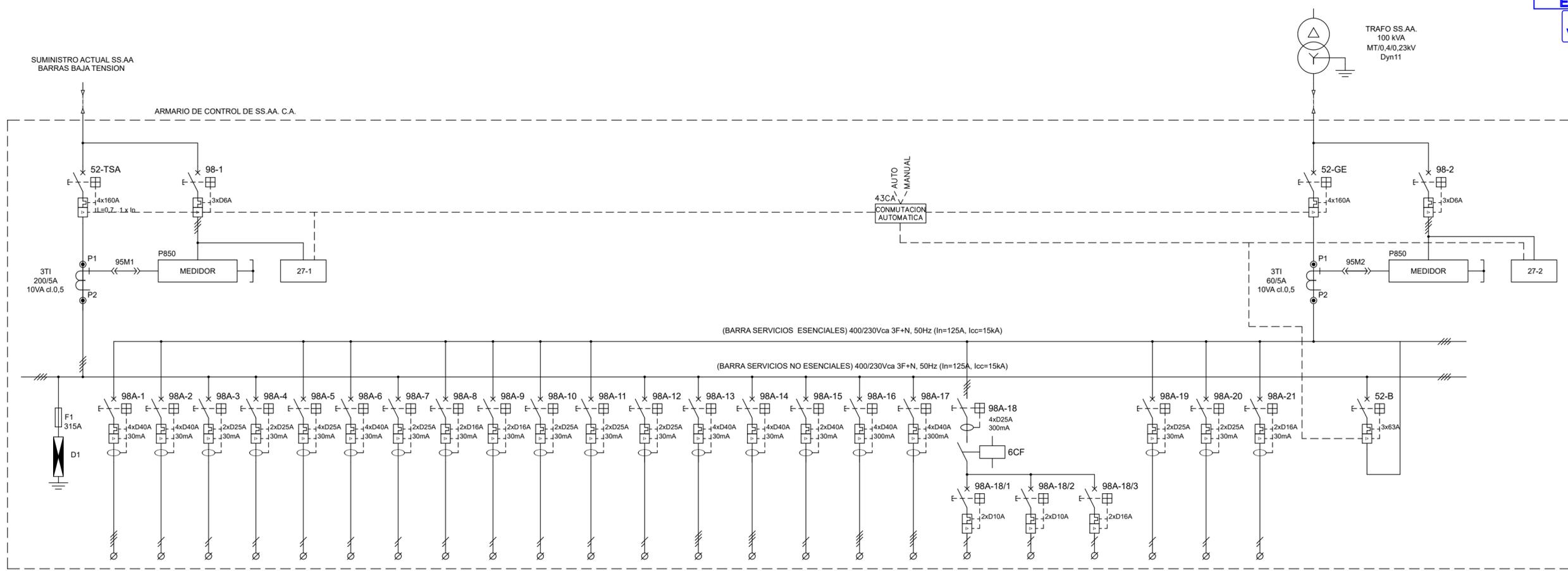
LEYENDA	
SIEMBOLO	DESCRIPCION
[Red Box]	OBJETO DEL ANEXO

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DE DISEÑO - 220kV	
- TENSION DE SERVICIO	220 kV
- TENSION MÁXIMA EN SERVICIO	245 kV
- TENSION MÁS ELEVADA PARA EL MATERIAL	245 kV
- NIVEL BÁSICO DE IMPULSO TIPO RAYO	1050 kV
- REGIMEN DE NEUTRO	A TIERRA
- INTENSIDAD NOMINAL BARRAS	3.150 A
- INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO NOMINAL	40 kA
- DURACION DE CORTOCIRCUITO	1 s
- TENSION DE SERVICIOS AUXILIARES	125 V c.c.; 400/220 V c.a.

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
 JOSÉ LUIS OVELLEIRO MEDINA  
 Colegiado nº 1.937

R1 PRIMERA EDICION		GFP	JRA	JLO	26-05-2023
REV:	DESCRIPCION:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					
CLIENTE:					
PROYECTO:		ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV			
TITULO:		ESTUDIOS Y PROYECTOS UNIFILAR PROTECCION Y MEDIDA MODULO COMPACTO GIS			
Nº PLANO:	FECHA:	DIBUJADO:	FIRMA:	HUJA:	SIGUE:
GRA2-GRA-GI-SLD-1001	26-05-2023	CGFF		1	-
ESCALA: S/E	TAM:	REVISADO:	FIRMA:	REVISION:	
	A1	JRA			
		APROBADO:	FIRMA:		
		JLO			

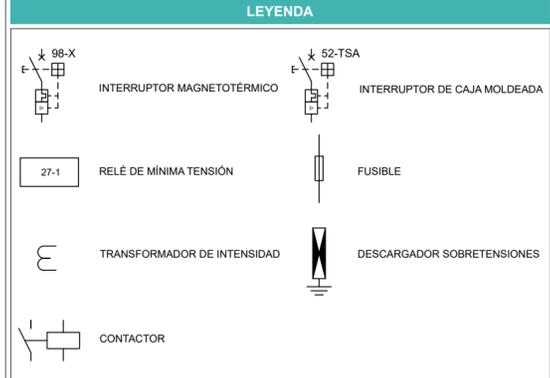


NUMERO	52-TSA	98A-1	98A-2	98A-3	98A-4	98A-5	98A-6	98A-7	98A-8	98A-9	98A-10	98A-11	98A-12	98A-13	98A-14	98A-15	98A-16	98A-17	98A-18/1	98A-18/2	98A-18/3	98A-19	98A-20	98A-21	52-GE	52-B
FUNCION	ACOMETIDA TSA	RECTIFICADOR BATERIA 1 125Vcc	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea ARIARLUCCO	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea REGADERA	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. ATP-1	ARMARIO CONTROL Y PROT. 220kV Pos. Línea REE	RECTIFICADOR BATERIA 2 125Vcc	ARMARIO UCS	RESERVA	RESERVA	DETECCION INTRUSOS	DETECCION INCENDIOS	RESERVA	FUERZA EDIFICIO SALA GIS	RESERVA	RESERVA	CALEFACCION 1 EDIFICIO SALA CONTROL	FUERZA SALA CONTROL	ALUMBRADO SALA CONTROL	ALUMBRADO SALA SUMINISTRO SS.AA	ALUMBRADO SALA GIS	RESERVA	ALUMBRADO EDIFICIO EXTERIOR	ALUMBRADO EMERGENCIAS	ACOMETIDA TSA	INTERCONEXIÓN BARRAS
CONSUMO (VA)	--	3750	720	720	720	960	3760	720	--	--	500	1880	--	4000	--	--	3300	3125	700	700	1600	--	700	220	20000	20000
SECCION BORNES	--	35	6	6	6	16	36	6	6	6	6	6	6	16	-	-	16	16	4	4	6	4	6	4	--	--
SECCION CABLES	4(1x95)	5G25	3G6	3G6	3G6	5G6	5G25	3G6	--	--	3G6	3G6	--	3G16	--	--	5G16	4x16	2x2,5	2x2,5	2x6	--	3G6	3G2,5	4(1x95)	--

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OBJETO DEL ANEXO

- NOTAS**
- TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
  - LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

- PLANOS DE REFERENCIA**
- GRA2-GRA-IGI-SLD-1000 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
  - GRA2-GRA-IGI-SLD-1001 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
  - GRA2-GRA-IGI-SLD-1003 ESQUEMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES DE C. C.



FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

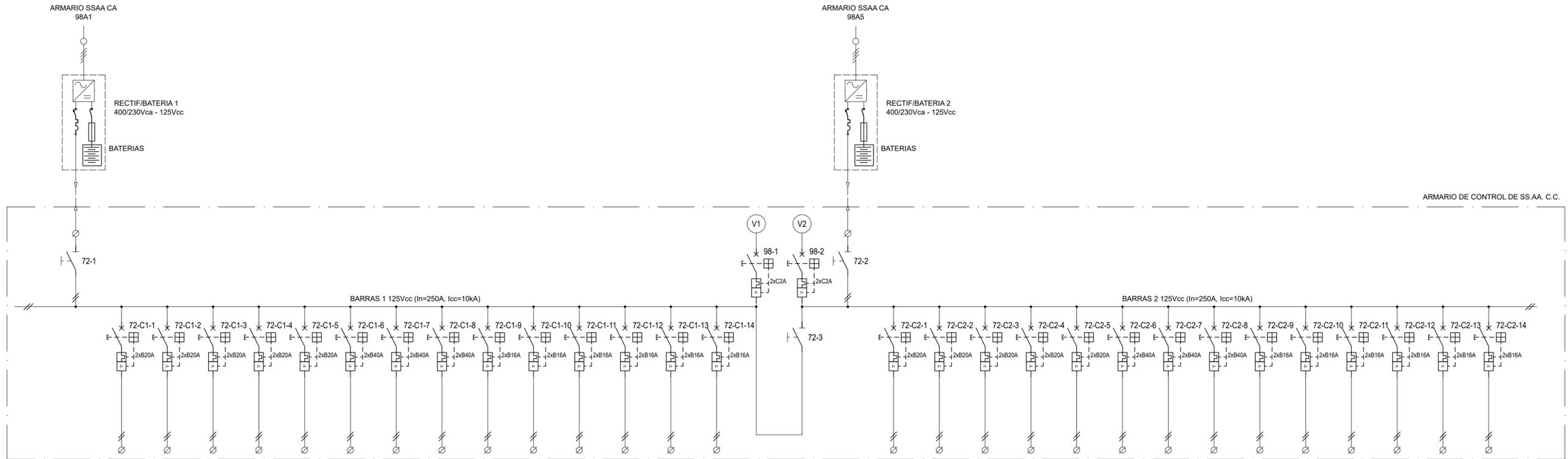
**IGNIS** CLIENTE:

PROYECTO: **ST GRADO 220 kV**  
 NUDO EL GRADO 220 kV

TITULO: **ESTUDIOS Y PROYECTOS ALIMENTACIONES DE CORRIENTE ALTERNA**

Nº PLANO: GRA2-GRA-IGI-SLD-1002	FECHA: 26-05-2023	DIBUJADO: GFP	FIRMA: JRA	HOJA: 1	SIGUE: -
ESCALA: S/E	TAM: A2	REVISADO: JRA	FIRMA: JLO	REVISION: R1	

**inproin** INGENIERIA Y PROYECTOS



NUMERO	72-1	72-C1-1	72-C1-2	72-C1-3	72-C1-4	72-C1-5	72-C1-6	72-C1-7	72-C1-8	72-C1-9	72-C1-10	72-C1-11	72-C1-12	72-C1-13	72-C1-14	72-3	72-2	72-C2-1	72-C2-2	72-C2-3	72-C2-4	72-C2-5	72-C2-6	72-C2-7	72-C2-8	72-C2-9	72-C2-10	72-C2-11	72-C2-12	72-C2-13	72-C2-14	
FUNCION	ACOMETIDA 1	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR LINEA REGADERA 1º BAT	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR ATP1 1º BAT	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR LINEA REE 1º BAT	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR PDB 1º BAT	FUERZA 220kV POS. LINEA REGADERA	FUERZA 220kV POS. LINEA REE	FUERZA 220kV POS. ATP1	ARMARIO UCS. 1	ARMARIO UCS. 2	COMUNICACIONES	CONMUTACION RED GRUPO	ARMARIO CONTADORES	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR LINEA REGADERA 2º BAT	FUERZA 220kV POS. LINEA AVEJARUOCO	UNION DE BARRAS 125Vdc	ACOMETIDA 2	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR LINEA REGADERA 2º BAT	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR ATP1 2º BAT	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR LINEA REE 2º BAT	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR PDB 2º BAT	FUERZA 220kV POS. LINEA REGADERA	FUERZA 220kV POS. LINEA REE	FUERZA 220kV POS. ATP1	ARMARIO UCS.1	ARMARIO UCS.2	COMUNICACIONES	CONMUTACION RED GRUPO	ARMARIO CONTADORES	MANDO Y PROT. 220kV BASTIDOR LINEA REGADERA 2º BAT	FUERZA 220kV POS. LINEA AVEJARUOCO	
INTENSIDAD (A)	--	215	215	215	215	245	500	500	1000	282	100	9	200	215	245	--	--	215	215	215	215	245	500	500	1000	282	100	9	200	215	245	
SECCION BORNES	35	4	4	4	4	4	16	16	16	4	4	4	4	4	4	--	35	4	4	4	4	4	16	16	16	4	4	4	4	4	4	4
SECCION CABLES	2x25	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4	2x16	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4	--	2x25	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4	2x16	2x16	2x16	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4	2x4

LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OBJETO DEL ANEXO

- NOTAS**
- TODOS LOS DATOS ELÉCTRICOS DE LOS EQUIPOS DE SS.AA SON PRELIMINARES (POTENCIAS, INTENSIDADES NOMINALES, SECCIONES DE CABLES, ETC.)
  - LAS ALIMENTACIONES SON ESTIMATIVAS Y SE REDEFINIRÁN UNA VEZ ESTÉN CONCRETADAS LAS CARGAS REQUERIDAS POR LOS FABRICANTES DE LOS DIFERENTES EQUIPOS ASÍ COMO LA SECCIÓN A EMPLEAR EN CABLES Y SUS PROTECCIONES NECESARIAS.

- PLANOS DE REFERENCIA**
- GRA2-GRA-IGI-SLD-1000 ESQUEMA UNIFILAR SIMPLIFICADO SUBESTACIÓN.
  - GRA2-GRA-IGI-SLD-1001 ESQUEMAS UNIFILARES DE PROTECCIÓN Y MEDIDA.
  - GRA2-GRA-IGI-SLD-1002 ESQUEMA UNIFILAR DE SERVICIOS AUXILIARES DE CA.

LEYENDA			
	RELÉ DE MÍNIMA TENSIÓN		FUSIBLE
	SHUNT PARA MEDIDA DE CC		DESCARGADOR SOBRETENSIONES
	VOLTIMETRO		AMPERIMETRO

FIRMA DEL INGENIERO  
  
 (AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

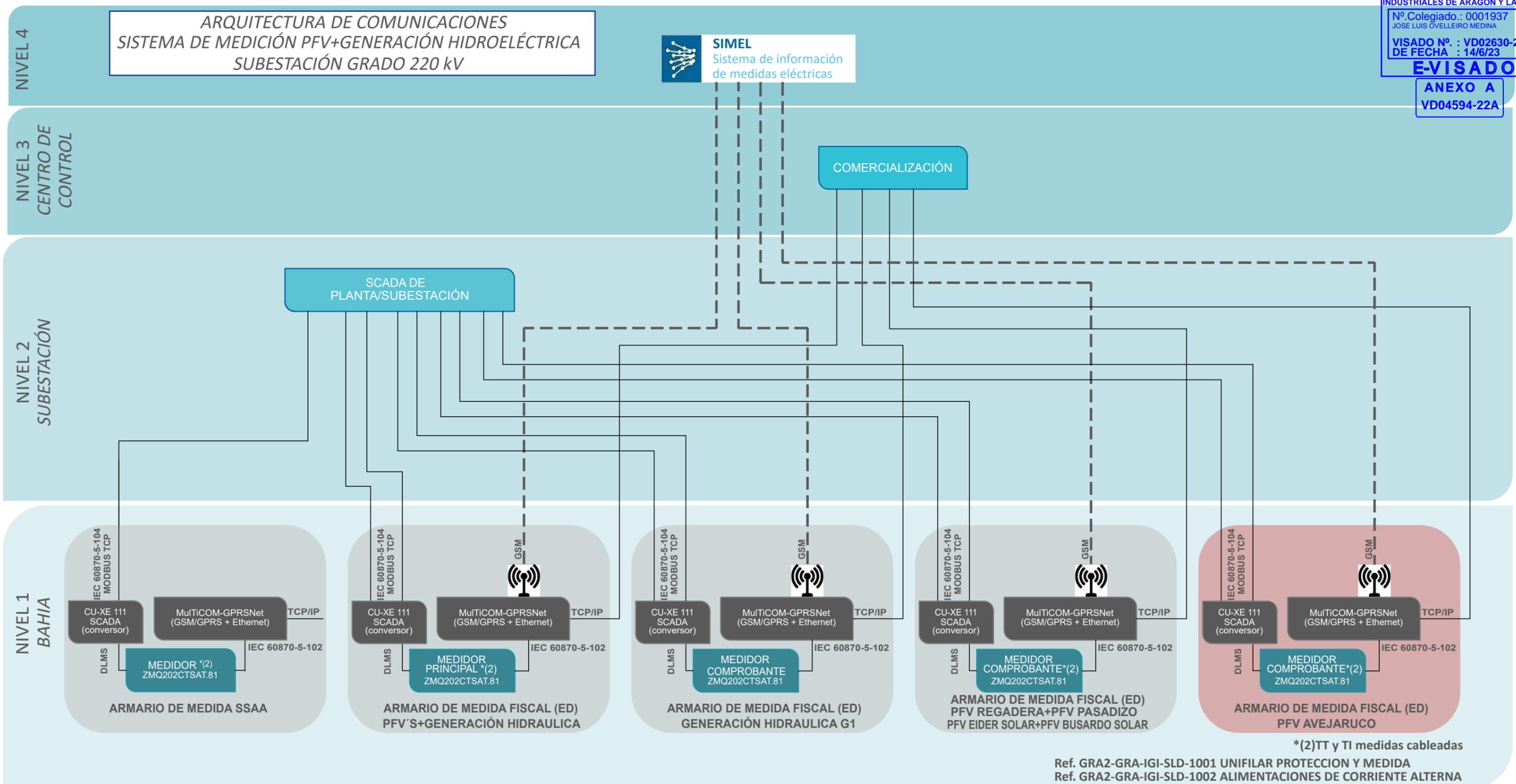
R1	PRIMERA EDICION	GFP	JRA	JLO	26-05-2023
REV:	DESCRIPCIÓN:	DIB:	REV:	APR:	FECHA:
ESTADO:					

CLIENTE: **IGNIS**

PROYECTO: **ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV**

TÍTULO: **ESTUDIOS Y PROYECTOS ALIMENTACIONES DE CORRIENTE CONTINUA**

Nº PLANO: <b>GRA2-GRA-IGI-SLD-1003</b>	FECHA: <b>26-05-2023</b>	DIBUJADO: <b>GFP</b>	FIRMA: <b>JRA</b>	HOJA: <b>1</b>	SIGUE: <b>-</b>
ESCALA: <b>S/E</b>	TAM: <b>A2</b>	REVISADO: <b>JRA</b>	FIRMA: <b>JLO</b>	REVISION: <b>R1</b>	



LEYENDA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	OBJETO DEL ANEXO

FIRMA DEL INGENIERO

(AL SERVICIO DE LA EMPRESA)  
**JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA**  
 Colegiado n.º 1.937

 CLIENTE:						DIBUJADO: GFP		FIRMA:		PROYECTO: ST GRADO 220 kV NUDO EL GRADO 220 kV											
						ESTADO:		REVISADO: JRA		FIRMA:		TITULO: ESTUDIOS Y PROYECTOS COMUNICACIÓN. SISTEMA DE MEDIDA									
ESCALA: S/E						TAMAÑO: A3		APROBADO: JLO		FIRMA:		FECHA: 26-05-2023		N° PLANO: GRA2-GRA-IGI-SLD-1004		HOJA: 1		SIGUE: -		REVISION: R1	
R1 PRIMERA EDICION		DIB: GFP		REV: JRA		APR: JLO		REV: JRA		APR: JLO		REV: JRA		APR: JLO		REV: JRA		APR: JLO		REV: JRA	
REV: DESCRIPCIÓN:		DIB:		REV:		APR:		REV:		APR:		REV:		APR:		REV:		APR:		REV:	



COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS  
INDUSTRIALES DE ARAGÓN Y LA RIOJA  
Nº Colegiado.: 0001937  
JOSE LUIS OVELLEIRO MEDINA  
VISADO Nº : VD02630-23A  
DE FECHA : 14/6/23  
**E-VISADO**

**ANEXO A**  
**VD04594-22A**

## DOCUMENTO 03. PRESUPUESTO

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
GRADO 220 kV  
T.M. EL GRADO (HUESCA)



**ANEXO A**  
**VD04594-22A**  
**EUROS**

CAPITULO	RESUMEN		
1	<b>OBRA CIVIL. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA</b> .....		<b>9.039,50</b>
-01.01	-OBRA CIL. PARQUE EXTERIOR .....	9.039,50	
2	<b>MONTAJE ELECTROMECANICO</b> .....		<b>539.361,20</b>
-02.01	-ZONA EXTERIOR. NIVEL 220 kV.....	113.799,40	
-02.02	-MÓDULO GIS. PARQUE INTERIOR 220 kV .....	425.561,80	
3	<b>PROTECCIÓN y CONTROL</b> .....		<b>50.030,27</b>
-03.01	-SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL .....	50.030,27	
4	<b>INGENIERIA Y PUESTA EN MARCHA</b> .....		<b>78.669,72</b>
5	<b>MEDIDAS MINIMIZACIÓN IMPACTO AMBIENTAL</b> .....		<b>1.185,00</b>
		<b>TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL</b>	<b>678.285,69</b>
	13,00 % Gastos generales.....	88.177,14	
	6,00 % Beneficio industrial .....	40.697,14	
		SUMA DE G.G. y B.I.	128.874,28
	SEGURIDAD Y SALUD .....	21.763,83	
		SUMA	21.763,83
	21,00 % I.V.A. ....		174.074,00
		<b>TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA</b>	<b>1.002.997,80</b>
		<b>TOTAL PRESUPUESTO GENERAL</b>	<b>1.002.997,80</b>

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de UN MILLÓN DOS MIL NOVECIENTOS NOVENTA Y SIETE EUROS con OCHENTA CÉN-  
TIMOS

Junio 2023

José Luis Ovelleiro Medina.  
Ingeniero Industrial.  
Colegiado nº. 1.937

Al Servicio de la Empresa:  
Ingeniería y Proyectos Innovadores  
B-50996719

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
 ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
 GRADO 220 kV  
 T.M. EL GRADO (HUESCA)



ANEXO A  
 VD04594-22A

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA**

**SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA CIL. PARQUE EXTERIOR**

01.01.01	<p><b>ml ZANJA SUBTERRÁNEA CABLES DE POTENCIA</b></p> <p>Apertura de zanja con prisma de hormigón para el tendido de tramo subterráneo de 1,5 metro de profundidad y con anchura 1 metro, desde pie de apoyo de conversión hasta nuevo edificio GIS, incluso el vertido de arena en fondo, suministro y colocación de cinta de atención, placas de protección y tubos de PE de 250 mm de diámetro para cables de potencia, tubos de 90 mm para cable de fibra y tierra. Incluso desbroce y acopio del material, posterior reposición y retirada de material sobrante a vertedero, tapado de zanja con materiales procedentes de la excavación y compactado de zanja con bandeja vibrante, y suministro y colocación de los hitos de señalización con placa de riesgo eléctrico pintados y anclados al terreno necesarios para la localización de la instalación. El metro lineal totalmente terminado y señalizado según criterio de la Dirección Técnica. Las zanjas deberán ejecutarse completamente dentro de las parcelas firmadas</p>	40,00		
			40,00	98,60
01.01.02	<p><b>ml CANALIZACIÓN PREFABRICADA DE CABLES CONTROL</b></p> <p>Canal de cable prefabricado, con drenaje, que incluye sin carácter limitativo: excavación en cualquier tipo de terreno, excepto roca, con medios mecánicos, refino, nivelación y compactación del fondo de la excavación, suministro y vertido de hormigón de limpieza, tubo de PE ranurado para drenaje, relleno de gravas de filtro y canal prefabricado con tapas y piezas soportes de cables, carga y transporte a vertedero autorizado de los productos sobrantes, sin límite de distancia, vertido y extendido si fuese necesario, incluso canon de vertido y p.p. de achique de agua, limpieza, medios auxiliares, tramos especiales con sus tapas (codos, té, etc.), de encuentros con otros canales y demás suministros y obras no mencionadas expresamente en este texto para su completa terminación, ejecutado de acuerdo a pliegos Generales y Particular y según características y detalles constructivos indicados en Planos de Proyecto.</p>			
			25,00	185,50
01.01.03	<p><b>m2 EXTENDIDO DE GRAVA</b></p> <p>Suministro y extendido de capa de grava de granulometría 20/40, procedente de machaqueo de piedra, de 10 cm de espesor sobre la superficie no ocupada por cimentaciones, edificio, canalizaciones y viales, incluye suministro, carga y transporte.</p>			
			100,00	4,58
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 01.01 OBRA CIL. PARQUE EXTERIOR.....</b>				<b>9.039,50</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 01 OBRA CIVIL. CANALIZACIÓN SUBTERRÁNEA .....</b>				<b>9.039,50</b>

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
GRADO 220 kV  
T.M. EL GRADO (HUESCA)



ANEXO A  
VD04594-22A

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

**CAPÍTULO 02 MONTAJE ELECTROMECHANICO**

**SUBCAPÍTULO 02.01 ZONA EXTERIOR. NIVEL 220 kV**

02.01.01	<p><b>Ud AUTOVÁLVULAS 220 kV</b></p> <p>Suministro, transporte, montaje y pruebas de autoválvulas de 220 kV, incluidos los contadores de descarga por fase y bases aislantes. Incluye suministro, montaje y nivelación de estructura metálica, para soporte de conjunto de autoválvula y botella terminal, incluyendo tornillería galvanizada calidad 8.8.</p>			
02.01.02	<p><b>Ud TERMINALES EXTERIORES 220 kV</b></p> <p>Suministro, montaje de terminal exterior en subestaciones, y conexión de cable unipolar a dicho terminal en nivel de 220 kV, para conductor tipo AI RHZ1, 127/220 kV de sección 1x630 mm<sup>2</sup>, completamente ejecutado y puesta a tierra las pantalla de los cables a través de las cajas de puesta a tierra, las cuales también serán suministradas e instaladas sobre soportes de los terminales. Incluye pequeño material y elementos de fijación. Incluye todo lo necesario para dejar terminada la instalación de los terminales en ambos extremos de las subestaciones.</p>	3,00	6.236,00	18.708,00
02.01.03	<p><b>Ud CABLE AISLADO 220 kV</b></p> <p>Suministro, tendido, de cable aislado de aluminio, unipolar, aislamiento RHZ1-RA 2OL (AS) 127/220 kV 1X500 KAL + H250 (XLPE) pantalla de hilos de cobre en hélice con sección total de 250 mm<sup>2</sup>, con cinta de cobre a contraespira y cubierta exterior de poliolefina termoplástica (Z1 Vemex), y /o coca de 20 m en interior de edificio GIS.</p>	3,00	7.580,90	22.742,70
02.01.04	<p><b>ud CAJA PUESTA A TIERRA (DESCARGADOR)</b></p> <p>Suministro e instalación de caja de puesta a tierra para las pantallas de cables. en un extremo. Se establece la caja de conexiones para sistemas de tierra con/o sin limitadores de tensión incorporados.</p>	240,00	220,15	52.836,00
02.01.05	<p><b>m FIBRA OPTICA DE 48 FIBRAS</b></p> <p>Suministro y puesta en obra de cable de fibra óptica monomodo de 48 fibras, en estructura holgada con protección antirroedores dieléctrica. Incluye parte proporcional de conexiones y tendido sobre el apoyo de celosía.</p>	2,00	2.890,10	5.780,20
02.01.06	<p><b>ud ENSAYOS CABLES DE ALTA TENSIÓN</b></p> <p>Ensayos de Rigidez Dieléctrica (medida de resistencia de aislamiento de cables) entre fase y tierra, y entre pantalla y tierra, incluyendo emisión de certificado</p>	150,00	25,75	3.862,50
02.01.07	<p><b>ud ENSAYOS CABLE DE FIBRA OPTICA</b></p> <p>Ensayos de reflectometría y continuidad cable de fibra óptica, incluyendo emisión de certificado</p>	1,00	6.550,00	6.550,00
		1,00	3.320,00	3.320,00
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.01 ZONA EXTERIOR. NIVEL 220 kV .....</b>				<b>113.799,40</b>

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
GRADO 220 kV  
T.M. EL GRADO (HUESCA)



ANEXO A  
VD04594-22A

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

**SUBCAPÍTULO 02.02 MÓDULO GIS. PARQUE INTERIOR 220 kV**

02.02.01	<p><b>Ud POSICIÓN GIS LÍNEA 220 kV</b></p> <p>Suministro y Montaje de posición completa de línea(MODULO GIS EN CONFIGURACIÓN DE BARRA SIMPLE) de 220 kV con suministro y montaje de todos los accesorios necesarios en planos de montaje ( tornillos, piezas y cables de tierra, etc.), incluido recogida y llenado de gas SF6 en el compartimento afectado y en los compartimentos adyacentes, o reducción de dicha presión para trabajos sin tensión, todo ello según fabricante. El precio incluye, sin caracter limitativo, el montaje de piezas y tornillería suministrada por el fabricante, montaje de juntas, accionamientos, cables, conectores, etc, externos al compartimento pero afectados por su desmontaje, así como el montaje de los cables necesarios para llevar la medida hasta caja de conectores/cuadro de control. Se incluirá las pruebas de cualquier tipo que solicite el fabricante para garantizar la estanqueidad del compartimento, y la continuidad del circuito. Incluye la descarga hasta la zona de acopio y traslado hasta la zona de montaje. También se incluye el montaje de cartel identificador.</p>			
		1,00	410.185,00	410.185,00
02.02.02	<p><b>ud CONECTOR ENCHUFABLE CABLE -GIS</b></p> <p>Suministro, ejecución y conexonado de conector enchufable para cable aislado XLPE para los niveles de tensión 127/220 kV y seccion de cable correspondiente (500 mm2).</p>			
		3,00	5.125,60	15.376,80
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 02.02 MÓDULO GIS. PARQUE .....</b>				<b>425.561,80</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 02 MONTAJE ELECTROMECHANICO .....</b>				<b>539.361,20</b>

**CAPÍTULO 03 PROTECCIÓN y CONTROL**

**SUBCAPÍTULO 03.01 SISTEMA DE PROTECCIÓN Y CONTROL**

03.01.01	<p><b>Ud ARMARIO MEDIDA</b></p> <p>Suministro, montaje y puesta en marcha de armario para tarificación con sistema de medida-facturación comprobante, y salida para comunicación por fibra óptica, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento</p>			
		1,00	12.379,82	12.379,82
03.01.02	<p><b>Ud ARMARIO PROTECCIÓN Y CONTROL POSICIÓN DE LÍNEA 220 kV</b></p> <p>Suministro, montaje y puesta en servicio de armario de protección y control para posición de línea 220 kV, totalmente instalado, probado y puesto en funcionamiento.</p>			
		1,00	37.650,45	37.650,45
<b>TOTAL SUBCAPÍTULO 03.01 SISTEMA DE PROTECCIÓN Y</b>				<b>50.030,27</b>
<b>TOTAL CAPÍTULO 03 PROTECCIÓN y CONTROL .....</b>				<b>50.030,27</b>

ANEXO A PROYECTO TÉCNICO ADMINISTRATIVO  
ADECUACIÓN POSICIÓN ATP1 EN LA SUBESTACIÓN DE  
GRADO 220 kV  
T.M. EL GRADO (HUESCA)



ANEXO A  
VD04594-22A

CÓDIGO	RESUMEN	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
--------	---------	----------	--------	---------

### CAPÍTULO 04 INGENIERIA Y PUESTA EN MARCHA

04.01	<b>Ud GESTION DE RESIDUOS</b> Gestión de Residuos. Según normativa ESTATAL / AUTONOMICA.			
04.02	<b>Ud CONTROL DE CALIDAD OBRA CIVIL</b> Control de Calidad, incluyendo ensayos de hormigón según norma EHE, aridos según norma PG-3, así como los explícitamente indicados en el Pliego de Condiciones del proyecto y otros que pudiera requerir la Dirección de Obra	1,00	994,17	994,17
04.03	<b>Ud INGENIERÍA DE DETALLE</b> Ingeniería de detalle para construcción, incluyendo movimiento de tierras y sus mediciones, obras civiles, diseño de estructuras metálicas para fabricación, montajes electromecánicos e ingeniería de control y protección. Realización de estudios electricos necesarios para la correcta posterior definición de los equipòs y de la instalaiçòn en su conjunto. - Estudio de flujo de cargas (potencia) y componente reactiva (armónicos). - Estudio de compensación de armónicos. - Estudio de capacidades en barras. - Estudio de coordinación de aislamiento. - Cálculo y verificación de malla de puesta a tierra. - Calculo de transformadores de intensidad y tensión. (ralaciones de transformacion, clases y potencia de precisión) .	1,00	2.410,00	2.410,00
04.04	<b>Ud PRUEBAS FUNCIONALES</b> Realización de pruebas funcionales, con verificación de señales de campo, órdenes de maniobra de aparamenta, bloqueos y automatismos.	1,00	45.320,00	45.320,00
04.05	<b>Ud VERIFICACIÓN DE SEÑALES</b>	1,00	9.945,60	9.945,60
04.06	<b>Ud PUESTA EN SERVICIO</b> Puesta en servicio total de la instalación hasta su energización, incluidos todos los equipos de pruebas, repuestos y consumibles necesarios durante la puesta en marcha de la posición, así como la elaboración de los procedimientos y protocolos de pruebas.	1,00	9.434,50	9.434,50
	<b>TOTAL CAPÍTULO 04 INGENIERIA Y PUESTA EN MARCHA.....</b>			<b>78.669,72</b>

### CAPÍTULO 05 MEDIDAS MINIMIZACIÓN IMPACTO AMBIENTAL

05.01	<b>PA MEDIDAS PREVENTIVAS Y MITIGADORAS</b> Incluye el conjunto de medidas preventivas y correctoras, para minimizar el impacto ambiental desde su etapa de diseño hasta su etapa de operación y mantenimiento.	1,00	415,00	415,00
05.02	<b>PA PROGRAMA DE VIGILANCIA AMBIENTAL</b>	1,00	770,00	770,00
	<b>TOTAL CAPÍTULO 05 MEDIDAS MINIMIZACIÓN IMPACTO AMBIENTAL .....</b>			<b>1.185,00</b>
	<b>TOTAL .....</b>			<b>678.285,69</b>